

PRINCIPALES MADERAS DE FRONDOSAS DE ESPAÑA

CARACTERÍSTICAS, TECNOLOGÍA Y APLICACIONES

Santiago Vignote Peña

Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

A continuación se describen las características de las principales maderas españolas, eso no quiere decir que las especies descritas procedan de masas naturales, sino que en muchos casos esas masas forestales están pobladas con especies introducidas.

La descripción incluye el nombre científico, sinonimias, nombres vulgares, su distribución en el mundo y en España, la descripción del fuste y de las trozas, con sus defectos más característicos, la descripción de la madera macro y microscópicamente, sus características anatómicas, físicas, mecánicas, resistentes, durables y químicas.

También se incluye sus aspectos tecnológicos, en el sentido de indicar que aspectos deben considerarse a la hora de trabajar estas maderas.

Por último se indican los usos mas comunes de las distintas maderas, las ventajas e inconvenientes frente a otras maderas

Las especies principales que se describen son las siguientes:

- Roble
- Encina
- Rebollo
- Castaño
- Fresno
- Olmo
- Acacia
- Nogal
- Eucalipto
- Haya
- Plátano
- Cerezo
- Arce
- Abedul
- Aliso
- Chopo
- Acacia del japon
- Acacia negra
- Acacia tres puas
- Acebo
- Adelfa
- Agracejo
- Alcornoque
- Algarrobo
- Ailanto
- Aligustre
- Almendra
- Almez
- Arbol del amor
- Arbol del paraiso o panjí
- Avellano
- Boj

Bonetero
Brezo
Castaño de indias o loco
Cinamomo o agriaz
Cornizo o cornejo o sanguina
Coscoja
Durillo o lantan
Endrino
Espino cervical
Eucalipto nitens
Granado
Guillomo
Higuera
Laurel
Liquidambar
Lentisco
Madroño
Majuelo
Manzano
Membrillo
Morera
Mostajo
Nispero
Olivo
Peral
Quejigo
Sauce
Sauco
Serbal
Taray
Terebinto o cornicabra
Tilo

ESPECIE: Roble.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Quercus* spp.

ORDEN: Fagales.

FAMILIA: Fagaceae.

SUBFAMILIA: Quercoideae.

Se incluyen las siguientes especies: *Quercus robur* L.

Quercus petraea (Matts) Liebl.

SINONIMIAS.

Quercus robur = *Q. pedunculata* Ehrh = *Q. femina* Mill. = *Q. robur* ssp *pedunculata* A. DC. = *Q. fructipendula* Schrk. = *Q. racemosa* Lamk. = *Q. vulgaris* Hill.

Quercus petraea = *Q. sessiliflora* Salisb = *Q. sessilis* Ehrh = *Q. robur* Mill., non L. = *Q. robur* v. *sessiliflora* A. DC. = *Q. petiolata* Winter = *Q. communis* DC. = *Q. microcarpa* Lap. = *Q. robur* ssp *sessiliflora* DC.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

Aritza, aretxa, Ariza, Haritz kandugabe -para el petraea-, haritz arrunt, haritz kandudun -para el robur- (País Vasco).

Roble albar.

Roure, roura, roura pénul (Cataluña).

Carvalho, carvallo, carballo (para el robur, Galicia).

Roble albero (para el petraea, Santander).

Roble de invierno.

Cassa (para el petraea, Valle de Arán).

NOMBRES EXTRANJEROS.

Para el Q. robur:

Chêne pedonculé, ch. a grappes, ch. femelle, ch. blanc, ch d'Europe (francés).

Sommereiche, Stieleiche (alemán).

English oak, Common oak, European oak, English brown oak, pedunculate oak (inglés).

Farnia, Ischia, quercia gentile (italiano)

Para el Q. petraea:

Chêne rouvre, ch. sessile, ch. roure, ch. de montagnes, ch. male, ch. noir, ch. blanc. (francés).

Wintereiche, traubeneiche, steineiche, weiseiche, Späteiche (alemán).

Durmast oak, red oak, chestnut oak, sessile oak (inglés).

Eschio, quercia, rovere (italiano).

DISTRIBUCIÓN EN ESPAÑA. (J. Ruiz de la Torre, 1.971)

Ambas especies se extienden por la región septentrional de la península: Galicia, Cantabria, País Vasco y región pirenaica.

Hacia el oeste, predomina el *Q. robur* sobre el *Q. petraea*, que se mezcla e hibrida con el primero. A partir del Este de León, aumentan las manifestaciones de *petraea*, hasta que comienza a disminuir en Cataluña. Así, en general, el *Q. petraea* tiene una mayor difusión que el

Q. robur. De hecho, se adentra más en los enclaves húmedos de las sierras interiores, donde el *Q. robur* se localiza de una manera más esporádica y escasa: León, Zamora, Burgos, Palencia, Logroño, Sistema Ibérico Somosierra, Gredos y Extremadura.

En la actualidad, las masas de robles son escasas y de pequeña extensión. En ejemplares aislados o golpes, el precio de la madera justifica las operaciones selvícolas necesarias para el buen desarrollo de los pies. En monte bajo se establecen unos turnos de 10-30 años. En monte alto, se han tratado las masas mediante aclareo sucesivo uniforme con turnos de 140-160 años.

Foto 1: Aspecto del fuste del roble



DESCRIPCIÓN DEL FUSTE. (J. Ruiz de la Torre, 1.971)

El *Q. robur* presenta una talla elevada (normalmente entre 20-25 m, pudiendo llegar hasta los 40, e incluso 50 en condiciones óptimas). El tronco es derecho y limpio en su mitad inferior,

cuando vive en espesura, pero si está aislado, éste es más corto, grueso y ramificado a poca altura. Alcanza grandes diámetros.

El *Q. petraea* es más esbelto, con menor talla (40 m en condiciones excepcionales)..

Ambas especies presentan un crecimiento lento, que en altura se prolonga hasta los 150 años. La producción maderable anual oscila entre los 0.5 y los 2 m³/Ha.

Foto 2: Aspecto macroscópico de la madera de roble



DESCRIPCIÓN DE LAS TROZAS.

Los defectos más importantes de la madera de roble son la acebolladura, las fendas de heladura, el corazón estrellado y el corazón blando, estas últimas consecuencia de las tensiones de crecimiento que pueden alcanzar algunos pies.

Como enfermedad más importante merece la pena citar el **oidio del roble**, que forma las manchas blanquecinas en las hojas de los ejemplares afectados, y que puede llegar a causar su muerte.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

La **albura** es blanca y se diferencia fácilmente del **duramen**, que es de color pardo amarillento. En general, la madera de *Q. petraea* es de tonos algo más claros. Los **anillos de crecimiento** son visibles y están bien marcados.

Los **vasos** de la zona de primavera son visibles, se disponen en bandas concéntricas que disminuyen de tamaño a medida que avanzan hacia la zona de verano, donde ya no pueden distinguirse a simple vista. Entonces se disponen en bandas radiales más o menos flameadas de color más claro que la masa fundamental.

Los **radios leñosos** son de dos clases: multiseriados y uniseriados. La trayectoria de ambos tipos es rectilínea, pero los multiseriados son muy anchos y de color blanquecino. En cambio, los uniseriados son muy finos y difíciles de ver. En el despiece radial, los radios multiseriados forman grandes espejuelos, y en el tangencial, se presentan en gruesas líneas verticales con alturas variables y extremos fusiformes.

El **parénquima** se agrupa en finas líneas blancas en sentido tangencial. Es difícil de observar a simple vista, a pesar de ser su color algo más claro que la masa fundamental.

El **grano** es más bien grueso y un poco irregular. Tras el cepillado, las superficies de esta madera son ligeramente brillantes. La **textura** es heterogénea. La **fibra** presenta una trayectoria rectilínea y ligeramente ondulada.

En estado fresco, el **olor** a taninos es muy fuerte.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA.

1.-VASOS.

Su número máximo por mm² es de 60-70. El diámetro puede ser de 30μ para los de verano y de 350-400 μ para los de primavera (350-450 en el *Q. petraea*).

El grosor máximo de las paredes oscila entre los 8 y 10 μ (8-12 en *petraea*). Las punteaduras son sencillas, de forma lenticular con areola orbicular u ovalada y las perforaciones en placas simples.

2.-RADIOS LEÑOSOS.

Los más numerosos son homogéneos, uniseriados de 20 células de altura como máximo, raramente biseriados en su parte central. En la tabla 88 se especifican sus características según especie.

Tabla 1: Características de los radios leñosos del roble

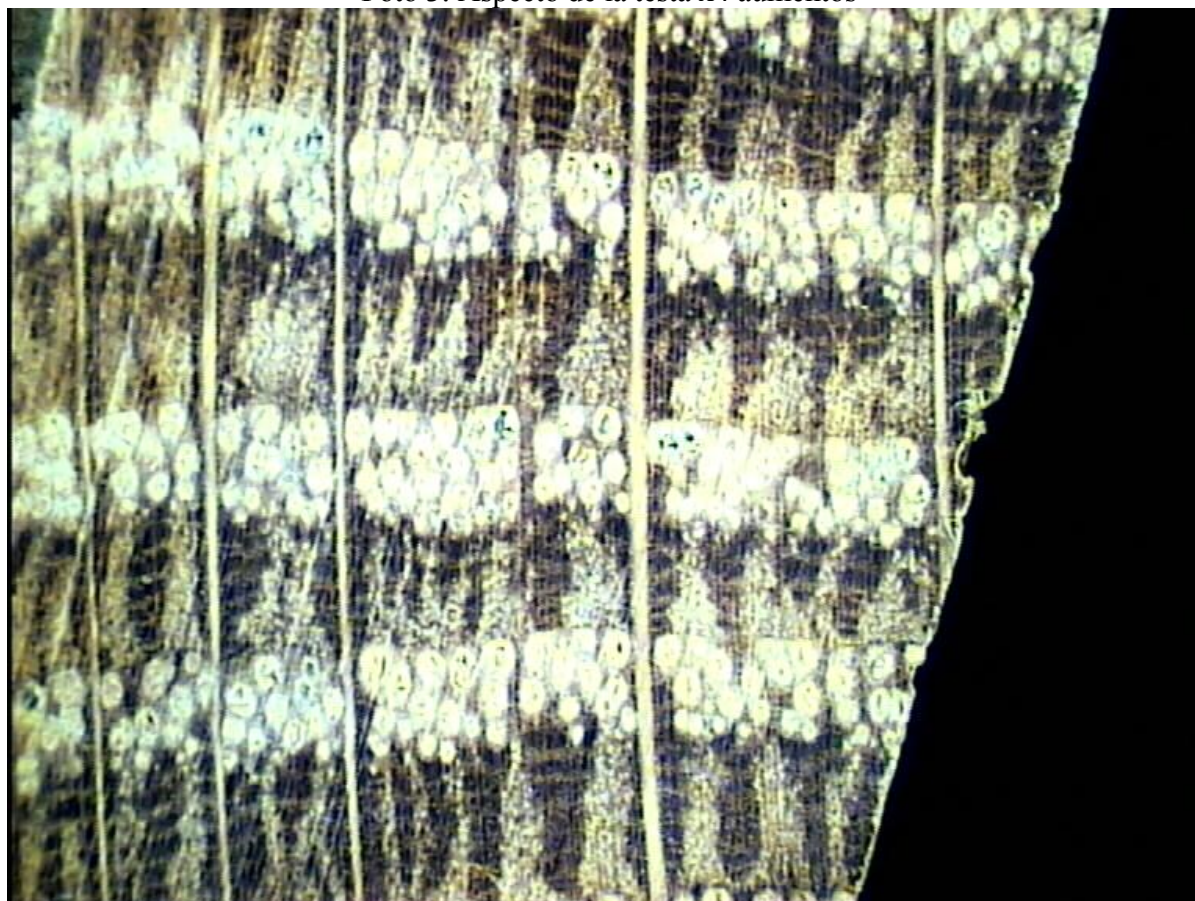
PARÁMETROS	UNISERIADOS	MULTISERIADOS
CARACTERÍSTICAS DE LOS RADIOS LEÑOSOS DEL Q. ROBUR.		
Número por mm	10-12	no se cuentan
Altura máxima (μ)	350-400	A veces superior a 1 cm
Grosor máximo(μ)	25-30	300-400
CARACTERÍSTICAS DE LOS RADIOS LEÑOSOS DEL Q. PETRAEA		
Número por mm	8-12	no se cuentan
Altura máxima (μ)	400-500	A veces superior a 1 cm.
Grosor máximo(μ)	30-35	400-450

3.-FIBRAS.

Son poligonales y de luz apretada, especialmente las de verano. La zona terminal del anillo está constituida por dos o tres fibras de células de forma rectangular con sus lados más largos en sentido tangencial.

El diámetro de la luz es de 12-14μ (14 a 18 en el *Q. petraea*), y el grosor medio de las paredes es de 5 a 6 μ.

Foto 3: Aspecto de la testa x4 aumentos



4.-TRAQUEIDAS VASICÉNTRICAS.

Son abundantes en las proximidades de los vasos de primavera y en menor número en las áreas flameadas del tejido poroso de la madera de verano. Muchas veces se presentan asociadas con el parénquima.

5.-PARÉNQUIMA.

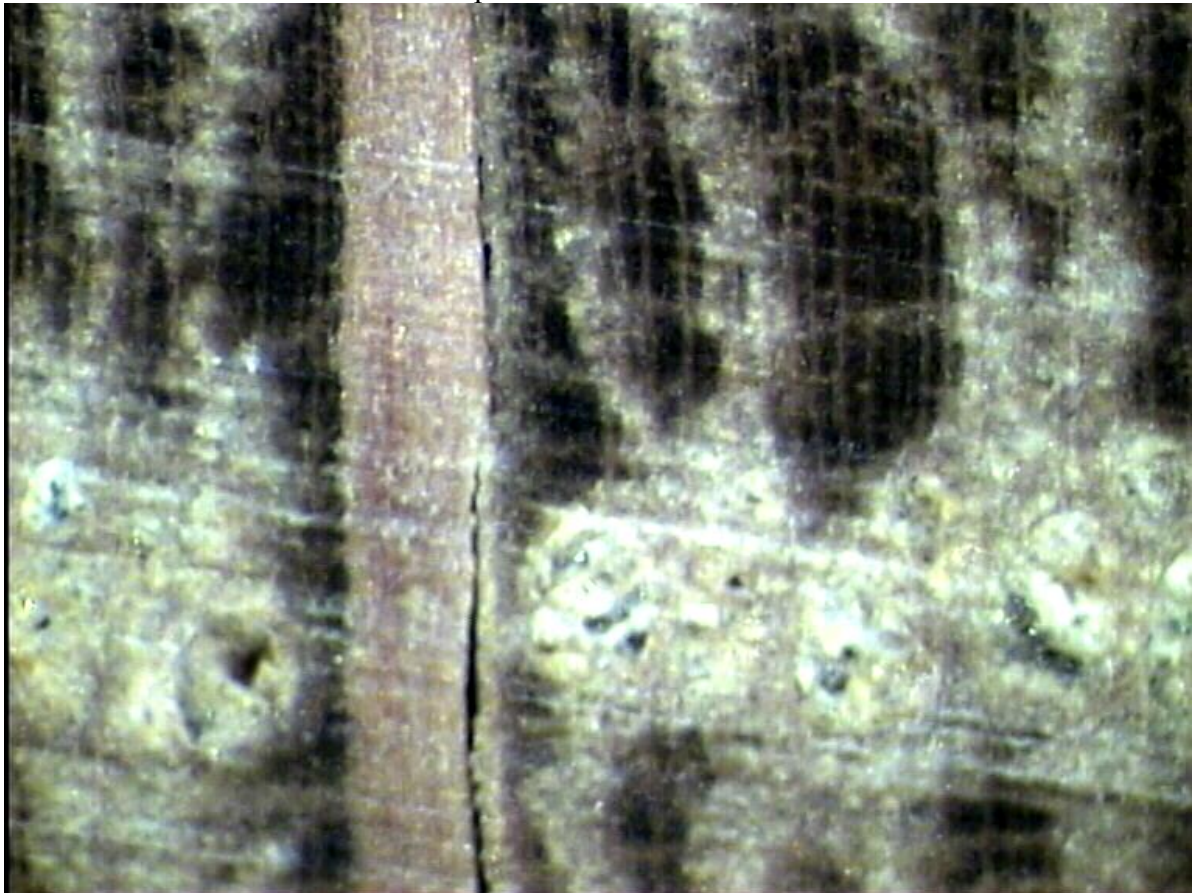
Suele presentarse paratraqueal y metatraqueal difuso.

El paratraqueal aparece mezclado con las traqueidas y distribuido junto a las caras radiales de los vasos de primavera. El metatraqueal difuso se extiende por todo el anillo anual. A veces, el metatraqueal se reparte en líneas concéntricas por todo el ancho del anillo.

6.-CONTENIDO CELULAR.

Existen tylosos en los vasos de primavera y protoplasmas solidificados en parte de las células de parénquima y radios leñosos.

Foto 4: Aspecto de la testa x40 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS. (A. Gutiérrez Oliva, 1.967 (@) y R. Wangenfuhr y C. Scheiber, 1.974 (*)) La calidad y las condiciones de desarrollo de los pies de ambas especies, determinan en gran medida las características y propiedades que presenta su madera. Así, la procedente de robles aislados, presenta anillos de crecimiento ancho y muy coloreado, una textura fuerte, y es densa, dura y nerviosa. Por el contrario, la madera de pies en espesura, con anillos de crecimiento más fino y textura menos fuerte, es menos densa, más blanda y menos nerviosa.

Los datos que se incluyen en la tabla 89 corresponden al *Q. robur*, siendo los del *Q. Petraea* muy similares, en general incluidos dentro del rango de variación del primero.

Tabla 2: Características físicas del roble

	Mínimo	medio	Máximo	Desviac. típica	Interpretación
Densidad normal (gr/cm ³)	0.719	0.839	0.991	0.076	pesada
Dureza radial (chalais/meudon)	7.12	9.54	14.53	3.370	muy dura
Cota de dureza	10.91	12.56	16.03	2.384	
Dureza tangencial (chalais/meudon)	2.71	4.31	8.01	1.562	dura
Cota de dureza	3.72	6.01	8.77	1.395	
Dureza perpendicular (*) brinell		3,4			
Dureza paralela (*) brinell		6,6			
Contrac. Volumétrica total (*)	12.2	13.6	15	3.470	media
Contrac. Lineal tangencial (*)	7.8	8.9	10	0.731	
Contrac. Lineal radial (*)	4.0	4.3	4.6	0.432	
Contrac. Lineal longitudinal		0.4			
Punto de saturación de la fibra	23	29	33	3.674	normal
Coefic. de contrac. Volumétrica	0.40	0.47	0.53	0.066	media
Coef. Contrac. tangencial	0.25	0.3	0.35	0.056	
Coef. Contrac. Radial	0.10	0.14	0.16	0.024	
Coef. Contrac. Axial		0,013			
Relación c.c.tang./c.c.radl	1,9	2,1	2,5		alto
Higroscopicidad	0.0036	0.0041	0.0053	0.0006	fuerte

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS. (A. Gutiérrez Oliva, 1.967 y R. Wangenfuhr y C. Scheiber, 1.974 (*)) Se indican en la tabla 3

Tabla 3: Características mecánicas del roble

	valor mínimo	valor medio	valor máximo	desviac. típica	interpretación
Flexión estática. (kg/cm ²)	1241	1519.5	1965	278.671	media
Cota de flexión	16.8	18.6	23.0	2.287	mediana
Cota de rigidez	16.1	24.5	33.2	6.460	elástica
Cota de tenacidad	2.2	2.6	2.9	0.202	media
Modulo de elasticidad	99500	108225	126400	12290	
Trabajo unitario (kgm/cm ²)	0.31	0.57	0.84	0.166	mediana
Cota dinámica	0.57	0.85	1.16	0.168	media
Compresión paralela a la fibra (kg/cm ²)	534	589	719	78.802	mediana
Cota de calidad estática	7.1	7.1	8.4	0.717	mediana
Esfuerzo cortante (kg/cm ²)	60	110	130		
Hienda (kg/cm)	20.33	22.28	27.33	2.536	mediana
Tracción paralela a las fibras (kg/cm ²)	500	900	1800		
Tracción perp. fibra (radial) (kg/cm ²)	36	41.25	45	4.5	mediana
Tracción perp. fibra (tang.) (kg/cm ²)	31	38.8	45	5.20	mediana
Compresión perp. fibra (radial) (kg/cm ²)	153	193	242	36.815	
Cota de calidad	1.9	2.2	2.5	0.25	
Compresión perp. fibra (tang.) (kg/cm ²)	113	148.75	210	42.633	
Cota de calidad	1.4	1.725	2.2	0.340	

DURABILIDAD.

La presencia de taninos confiere a la madera ciertas propiedades, tales como su durabilidad, pero limita algunas de sus aplicaciones.

El duramen, con gran proporción de taninos en su composición, resiste bien a la intemperie. No se ve afectado por la alternancia de periodos secos y húmedos. Expuesto directamente a la intemperie pero sin contacto directo con el sol, dura de 15 a 25 años, en zonas de clima templado.

En la siguiente tabla se resumen las características fundamentales de esta madera:

Tabla 4: Características de durabilidad del roble

AGENTE XYLÓFAGO	ALBURA	DURAMEN
Hongos	No durable	Muy durable
Termita	No durable	No durable
Polilla	No durable	Muy durable
Carcoma fina	No durable	Muy durable
Carcoma gruesa	Muy durable	Muy durable
Resistencia a la luz	Oscurece	

TRATABILIDAD.

La **albura** de roble es permeable a los tratamientos de preservación. Por el contrario, el **duramen** se resiste a estos mismos tratamientos y prácticamente no absorbe las soluciones insecticidas o fungicidas.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.

La madera de roble contiene una gran proporción de taninos (5 a 7% del peso seco), principalmente en la corteza. Si el árbol joven (entre diez y veinte años de edad), la corteza es todavía más rica (10 a 14% de su peso seco).

Tabla 5: Características químicas del roble

Holocelulosas					Resina	Ceniza
Celulosa	Pentosano	Metil-Pentosano	Total	Lignina	Grasas y ceras	
41.2	22.3	-	63.5	29.6	0.4	-

TECNOLOGÍA DE LA MADERA.

APEO, DESRAME, TRONZADO Y DESCORTEZADO.

No tiene especiales indicaciones en la realización de estas operaciones, salvo las derivadas de su dureza.

ASERRADO.

La madera de roble se trabaja medianamente bien. Presenta como principales problemas, la tendencia a astillarse en sentido transversal, la necesidad de demandar mucha potencia, y además, como consecuencia de la presencia de una cantidad de sílice no despreciable (0.015% y 0.0074% en ejemplares analizados), las herramientas se desgastan rápidamente.

Las características de las herramientas para el aserrado del roble son las típicas de la madera dura: poco ángulo de salida, poco ángulo de ataque y mucho ángulo de diente. Además el paso y la altura del diente deben ser pequeños.

En sierras de banda es más aconsejable utilizar sierras recalcadas con punta endurecida para aumentar la duración del filo del diente por las razones ya señaladas. Los ángulos de los dientes, según tipos de sierra y dirección de corte son los indicados en la tabla 93

Tabla 6: Características de las herramientas para el corte del roble

TIPO DE SIERRA Y CORTE		Ángulo de ataque	Ángulo del diente	Ángulo de salida
Sierra de banda	Sierra trabada	20	62	8
	Sierra recalcada	22	60	8
Sierra circular	En dirección fibra	15	60	15
	Transversal a la fibra	10	65	15

En las sierras circulares es casi imprescindible utilizar dientes de punta endurecida del tipo K-20 o K-30 (denominación ISO)

El equipo de aserrado más aconsejable para esta madera, al igual que el resto de las maderas en donde existe irregularidad en las trozas, e irregularidad en las calidades obtenidas, debe ser a base de sierra de carro, con sierra del tipo de banda, con especiales requisitos de potencia, y con velocidades de las herramientas bajas para así tener más fuerza de corte.

TRATAMIENTOS. (J.A. Rodríguez Barreal)

En la siguiente tabla se resumen los tratamientos que pueden aplicarse a la madera de ambas especies:

Tabla 7: Cédula de tratamiento del roble para espesores de hasta 4 a 6 cm.

PRODUCTO TIPO	Fase vacío inicial		Fase presión		Fase vacío final		Retención
	Vacío (mm/Hg)	Tiempo (min)	Presión	Tiempo (min)	Vacío (mm/Hg)	Tiempo (min)	
Orgánico (*)	-	-	2 kg	8	600	20	24-25 L/m ³
Orgánico (**)	450	12	4 kg	5	650	20	25-28 L/m ³
Orgánico	600	15	atmosférica	20	500	15-20	22-23 L/m ³
Sal	570-600	15-18	atmosférica	25	600	15	5 kg/m ³ (@)

(*) Pseudovacío-Vacío.

(**) Sistema Bethell.

(@) con penetración de albura

DESENROLLO Y CHAPA A LA PLANA.

Su dureza y la propia irregularidad de la madera dificulta este trabajo. No obstante, se facilita enormemente si se realiza un vaporizado previo, bien al vapor o con agua hirviendo.

SECADO. (CTBA, 1.972)

Para obtener un buen **secado al aire**, la duración media del apilado de madera de sierra de 25-30 mm en almacén de ser de 5 a 6 meses de media (variable según las estaciones).

Durante el secado artificial, la madera se fenda con facilidad y es susceptible de llegar al colapso. Por ello, debe realizarse un secado a baja temperatura (45° C. máximo) mientras que la madera no llegue a una humedad media del 25%. La tabla de secado es la siguiente:

Tabla 8: Cédula de secado del roble para espesores de hasta 5 cm.

H (%)	T _S (°C)	T _H (°C)	H _R (%)	D _H (°C)	H.E.H. (%)	G
Verde	40	37.5	85	2.5	17	3.5
60-40	40	37.5	80	2.5	17	3.5
40-35	43	38	75	5	12.5	3.2
35-30 %	43	37	70	6	11.7	3
30-25%	46	39	65	7	10.8	2.8
25-20%	51	41.5	60	9.5	8.9	2.8
20-15%	60	47	50	13	7.3	2.7
15-H _j	63	46.5	40	16.5	5.8	2.6

Otro defecto típico del roble, es el atejamiento de la madera después del secado.

CEPILLADO Y MOLDURADO.

Al margen de la dureza y abrasividad no presenta dificultades apreciables.

CURVADO.

Su cota de rigidez elástica, junto con la resistencia a la compresión paralela a la fibra, indica las posibilidades de curvado de esta madera. El único problema existente es la cierta irregularidad de esta madera.

CLAVADO Y ATORNILLADO.

En el clavado es preferible realizar un pretaladro, sobre todo si se trabaja junto a los cantos o en el borde de las piezas.

Cuando las aplicaciones están sometidas a la humedad o a la intemperie, deberán utilizarse clavos o tornillos protegidos contra la corrosión.

ENCOLADO.

A pesar de ser muy utilizada, se trata de una madera densa que corre el riesgo de mancharse por la presencia de taninos. Deben evitarse colas muy alcalinas (caseína) o colas ácidas (urea-formol). Para el encolado de la madera maciza de secciones anchas se recomienda emparejar los despieces (pegar costero con costero, piezas al cuarto con piezas al cuarto, etc.)

Un lijado previo con un grano grueso y un encolado por las dos caras en contacto aumentará la firmeza del encolado.

Para el trabajo con contrachapado, deben utilizarse chapas secas y colas viscosas (por ejemplo, de urea, formol, enriquecida con almidón y harina de cáscara de nuez) para evitar una distribución heterogénea de la misma.

LIJADO.

No presenta dificultades especiales. Conviene llegar a granos de 180-220 para facilitar el trabajo de acabado, salvo que se quiera patinar, en cuyo caso no conviene tapar tanto el poro, llegando únicamente a 150.

ACABADO.

El roble es una de las maderas que más posibilidades de acabado presenta. La existencia de vasos grandes distribuidos al inicio de la primavera, permite resaltarlos mediante la aplicación de una pátina, y su posterior trapeado. La pátina dispuesta en el fondo del vaso se fija con su posterior aplicación del barniz de fondo. También puede hacerse la operación inversa, consistente en aplicar una pintura muy diluida, que se pierde en los vasos y queda en el resto de la madera.

Las aplicaciones de barniz interior no presentan problemas con esta madera, salvo en el caso de determinados tipos de poliuretanos, con los que reaccionan los taninos de la madera amarilleando mucho más de lo normal.

En aplicaciones al exterior, las pinturas y barnices corren el riesgo de deteriorarse por la fuerte contracción de la madera, sobre todo en los cantos. La madera de roble no protegida se ennegrece rápidamente al aire y corroe los metales, especialmente el hierro, produciendo manchas en la superficie.

APLICACIONES.

La madera de roble es una de las más apreciadas por sus cualidades y las dimensiones que alcanza. Presenta numerosas y muy variadas aplicaciones, siempre influidas por las condiciones ecológicas de las distintas estaciones donde se desarrollaron los pies de procedencia.

MADERA EN ROLLO.

Los restos de las claras, aclareos y podas, junto a los resalvos jóvenes, pueden emplearse como **apeas de minas, estacas y cercas para la agricultura** y como **leñas** para calefacción. Pueden utilizarse los brotes jóvenes como **mangos de herramientas, listones de madera o estacas.**

Los troncos de más de 60 cm. de circunferencia pueden utilizarse al aire como pilotes para trabajos hidráulicos o, previo escuadrado, como vigas y piezas de **carpintería estructural.**

MADERA MACIZA

Las características estéticas, su mediana contracción volumétrica y su resistencia mecánica convierten a esta madera en una de las más apreciadas en numerosas aplicaciones, entre las que podemos destacar:

Es la mejor madera para **tonelería** por los taninos que contiene. Éstos le dan al vino o a los licores un especial sabor y olor (aunque hay ensayos que demuestran que el rebollo puede ofrecer mejores cualidades. Dado que su permeabilidad es bastante limitada, es imprescindible que las duelas se obtengan de cortes exactamente radiales, por lo que es común que el despiece de la madera se realice por fendado, en lugar de por aserrado.

Muebles: Después de la tonelería, las mejores calidades de roble se destinan a la producción de muebles de todo tipo, gracias a su belleza y a sus posibilidades de acabado. Se emplea en la fabricación de muchos tipos de estilos, desde los clásicos (Renacimiento, gótico, etc) a los modernos, ya sean rústicos, de diseño o de cualquier otro tipo. Además de muebles de hogar, se utiliza en muebles de oficina, mobiliario escolar, mobiliario de uso público, etc.

Carpintería: La madera de roble de menor calidad es empleada por su durabilidad a la intemperie en la fabricación de puertas y ventanas, pero también, la propia dureza y belleza de esta madera hace que sea uno de los parquet más cotizados, bien como parquet mosaico, o lamparquet o bien en tarima o parquet flotante.

En calidades similares a las de carpintería o incluso con menores exigencias se utiliza en la **construcción**, desplazando a la madera de coníferas por su resistencia intrínseca y por su durabilidad.

En la **construcción naval** es típica para la fabricación de las cuadernas en todo tipo de barcos, pues cumple los requisitos exigidos para maderas con esta finalidad: resistencia mecánica, cotas mecánicas más bien elevadas y gran durabilidad natural..

Su cota dinámica, de valor medio, indica que esta madera también es apta para aplicaciones que exigen choques y vibraciones. En este sentido, se utiliza como materia prima para la construcción de vagones de tren, carrocerías de automóviles y camiones, carretería, etc

Puede emplearse también como **material industrial y agrícola** (carretillas, etc), y máquinas para productos alimentarios (mantequeras, aventadoras, trilladoras...)

Las peores calidades de roble se emplean para la obtención de **traviesas de ferrocarril**, previo tratamiento de creosota, al unir su durabilidad natural a la resistencia al arranque de tornillos, la resistencia a la compresión perpendicular a la fibra y a la resistencia a los esfuerzos dinámicos ya señalados.

Foto 5: Trozas de roble destinadas a la obtención de chapa a la plana



CHAPA Y TABLERO CONTRACHAPADO

Los rollos con una buena conformación y sin defectos, y con más de 1.60 m de circunferencia, son reservados para la obtención de **chapa**. También se utilizan en estas aplicaciones los rollos que contienen lupias o palma, por la especial belleza de sus chapas.

Estas chapas se destinan al recubrimiento de todo tipo de tableros, utilizados en fabricación de muebles y en carpintería de revestimientos, dada la especial belleza de esta madera y las posibilidades de acabado que permite.

Las figuras típicas de esta madera son las siguientes:

Corte radial: Duelas o espejuelos.

Corte tangencial: Flameado o catedral.

Lupias.

Palma.

En cualquier caso la obtención de chapa de roble es difícil, siendo normal que se tengan que diseñar espesores elevados (8 décimas de mm) para evitar la rotura de la chapa.

También debe destacarse que su cierta irregularidad de color obliga a tener que clasificar las chapas de los diferentes sollados en varias clases de tonos de color.

Foto 6: Aspecto de un fuste con lupia



TABLEROS DE PARTÍCULAS Y FIBRAS

La dureza de esta madera y el mercado que tiene en otros productos hace que apenas se utilice en estas aplicaciones.

PASTAS CELULÓSICAS.

Debido a su riqueza en taninos, en el momento actual no se utiliza esta madera para la fabricación de pasta de papel.

ESPECIE: Roble rojo americano.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Quercus rubra* L.

ORDEN: Fagales.

FAMILIA: Fagaceae.

SUBFAMILIA: Quercoideae.

SINONIMIAS.

Quercus borealis Michx.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

Aritz gorri, Ameriketako haritz (País Vasco).

Roble rojo americano.

NOMBRES EXTRANJEROS.

Chêne rouge d'Amérique (francés).

Quercie rossa americana (italiano).

Cucharillo, encino, encino negro, mamecillo, roble amarillo, roble colorao, roble encino, roblecito (Iberoamérica).

Cherrybark oak, American red oak, common red oak, Eastern red oak, gray oak, mountain red oak, Northern red oak (inglés).

Amerikanische Roteiche (Alemania).

DISTRIBUCIÓN EN ESPAÑA.

Este árbol no es originario de España. Su área natural de distribución se extiende por Canadá y Estados Unidos. Se introdujo en Europa a principios del siglo XVIII. Es una especie menos exigente, más frugal y más umbrófila que los robles autóctonos. Es frecuente en el Norte, en zonas silíceas, y soporta bien suelos ácidos o compactos arcillosos.

DESCRIPCIÓN DEL FUSTE.

Árbol grande, de 25 a 30 m. (excepcionalmente puede llegar a los 45), de 1.15 a 1.91 m de diámetro. Su crecimiento es mayor que el de los robles peninsulares.

DESCRIPCIÓN DE LAS TROZAS.

No se ve afectado por el oidio, lo que le otorga cierta ventaja sobre los robles originarios de la Península.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

La albura y el duramen son perfectamente diferenciables. La **albura** es de color blanco y ocupa los primeros 2 a 4 cm de la madera, mientras que el **duramen** es de color rosa o rojizo y ocupa la masa principal de la madera.

Los **anillos de crecimiento** están bien marcados, remarcados por los vasos. Los **vasos** de la madera de primavera son anchos y forman bandas claras y concéntricas. Los vasos de la madera de verano son de pequeño diámetro y se presentan repartidos de forma difusa. La transición de la madera de primavera y la de verano es gradual o más o menos brusca.

La **fibra** es compacta

Foto 7: Aspecto del fuste de un roble rojo americano y de su madera



Los **radios leñosos** son de dos tipos: unos muy anchos y perfectamente visibles y otros estrechos o simples. Los anchos se encuentran separados entre sí por varios radios estrechos y aparecen en la sección tangencial como líneas de variada longitud en el sentido de la fibra. En sección radial forman el clásico espejuelo de los robles. Los estrechos son mucho más numerosos y difícilmente distinguibles a simple vista.

El **parénquima** es abundante. Se presenta distribuido de varias formas, sobre todo en bandas concéntricas más o menos regulares.

El **grano** es fino y la **textura** heterogénea.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA.

1.-VASOS.

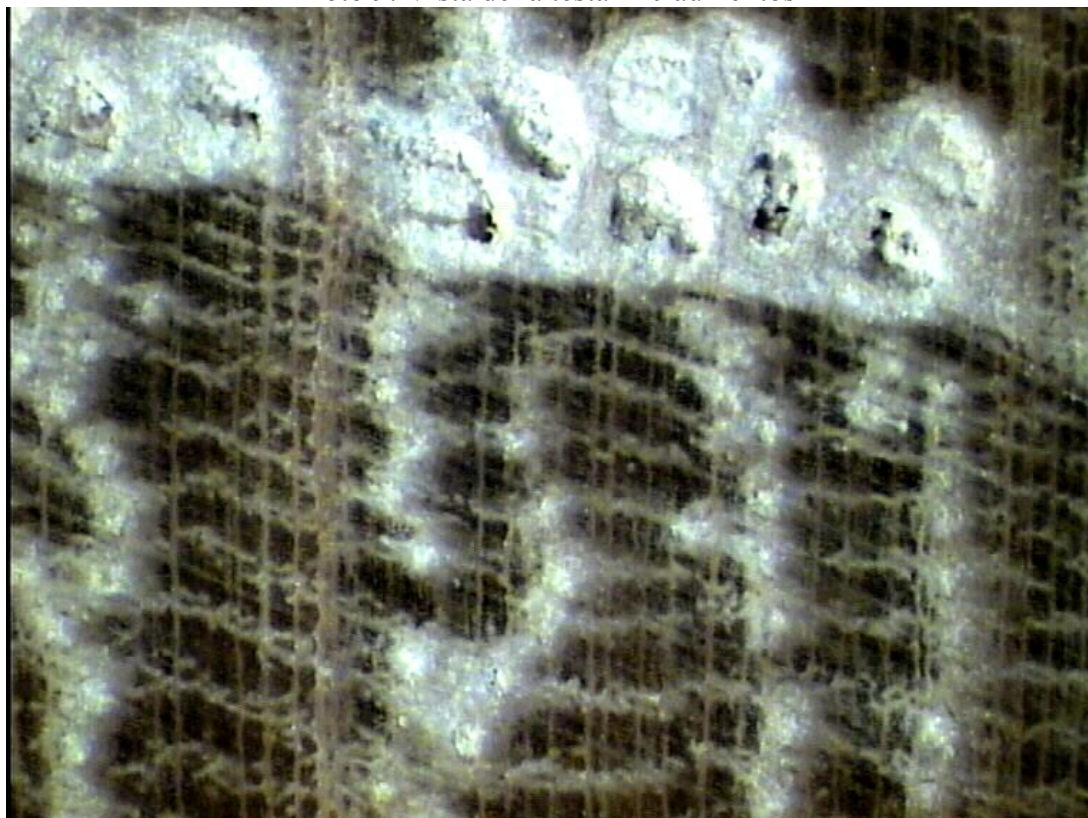
Los vasos de la madera de verano son abundantes, pequeños y de pared gruesa. Los de la madera de primavera son bastante anchos. Las perforaciones son simples y las punteaduras de paso entre los vasos y las traqueidas contiguas son orbiculares u ovaladas, con un diámetro de 6-10 μ .

2.-RADIO LEÑOSOS.

Foto 8: Vista de la testa x4 aumentos



Foto 9: Vista de la testa x40 aumentos



Son anchos o muy anchos, normalmente de 12 a 30 células y una anchura de 150 a 400 micras en su centro. Son muy altos.

Los radios estrechos son normalmente uniseriados, y muy variables en altura (1 a 20 células). Tanto los radios multiseriados como los uniseriados son homogéneos. Las punteaduras de paso entre radios y vasos son variables y aeroladas.

3.-FIBRAS.

Las fibras son de diámetro variable (14-22 micras). La pared es de anchura media o elevada.

4.-PARÉNQUIMA.

Es abundante y se presenta de varias formas. El **paratraqueal** está mezclado con traqueidas vasicéntricas. Ambos elementos forman el tejido conjuntivo existente entre los vasos de la madera de primavera y los radios, así como los tejidos ligeramente coloreados en los que se insertan los poros de la madera de verano. El **apotraqueal-difuso** se localiza en las zonas fibrosas y hacia los márgenes del anillo, exhibiendo una tendencia más o menos acentuada a formar líneas concéntricas de parénquima en bandas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS. (Karl F. Wenger "Forestry handbook" Ed. Jonh Wiley and Sons, New York, 1.983). La madera de este roble tiene unas características muy similares al roble español. Es pesada y dura, pero menos que la del roble. Es más estable frente a la humedad, pero sigue teniendo un valor muy alto entre la contracción tangencial y radial. En la tabla 96 se indican estas características

Tabla 9: Características físicas del roble rojo americano

PARÁMETRO	valor medio	interpretación
Densidad normal (gr/cm^3)	0.71	pesada
Contracción volumétrica total	13,7	contracción media
Contracción lineal tangencial	8,6	
Contracción lineal radial	4,0	
Relación c.c.tang./c.c.radial	2,15	alta

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS. (Forestry Branch "Canadian Woods: their properties and uses" Ottawa, Canadá, 1.951) En la tabla 97 se indican estas características mecánicas

Tabla 10: Características mecánicas del roble rojo americano

PARÁMETRO	medio	Interpretación
Flexión estática carga de ruptura (kg/cm^2)	960	Baja
Modulo de elasticidad	112.500	
Compresión paralela a la fibra. (kg/cm^2)	492	
Cota de calidad estática	6,9	Mediana
Tracción perp. A la fibra (radial) (kg/cm^2)	59,5	
Tracción perp. A la fibra (tangenc.)(kg/cm^2)	70	
Compresión perp. A la fibra (kg/cm^2)	89	

Las características mecánicas son también similares al roble, aunque como consecuencia de su menor densidad tiene valores de ruptura también algo menores, pero conservando las mismas cotas.

DURABILIDAD.

La madera de albura de roble rojo americano es muy poco durable y el duramen es poco resistente a los hongos de pudrición. También es atacada por insectos xilófagos, principalmente termitas, polilla y carcoma fina.

Respecto de la luz, es una madera medianamente estable

TRATABILIDAD

La **albura** de roble es muy permeable mientras que el **duramen** es medianamente permeable a los tratamientos de preservación, lo que facilita la aplicación de dichos tratamientos.

TECNOLOGÍA DE LA MADERA.

En general, la tecnología de la madera es muy similar a la del roble, con la particularidad de que su menor dureza y abrasividad facilita todas las operaciones de corte.

De manera similar, deben observarse las precauciones indicadas en el roble, en cuanto al clavado, atornillado y lijado.

Respecto al acabado, la mayor homogeneidad de la madera, tanto en la textura como en el color, facilita aún más esta operación. Por otra parte, su mayor porosidad también aumenta las posibilidades de patinado y decapé.

APLICACIONES.

En general son las mismas que las ya indicadas para el roble. Pueden destacarse como características específicas de aplicación, las siguientes:

Dada la escasa durabilidad de esta madera, no son aconsejables las aplicaciones de exterior, tales como muebles de jardín, mobiliario urbano, ventanas o puertas de exterior, a no ser que previamente sea tratada la madera eficazmente. Tampoco son aconsejables para la elaboración de traviesas de ferrocarril, aunque se da la paradoja de haber sido una de las principales especies utilizadas en la construcción del ferrocarril del Oeste de Estados Unidos.

La escasa durabilidad, unida a sus menores características mecánicas, hacen menos aconsejables sus aplicaciones en carpintería de armar.

Su permeabilidad impide aplicaciones tales como la construcción de barriles.

ESPECIE: Rebollo

NOMBRE CIENTÍFICO: *Quercus pyrenaica* Willd.

ORDEN: Fagales.

FAMILIA: Fagaceae

SUBFAMILIA: Quercoideae.

SINONIMIAS.

Q. nigra Thore = *Q. stolonifera* Laperyr. = *Q. toza* Bast. = *Q. camata* Hort. = *Q. crinita* Hort non Lamk. = *Q. tauzin* Pers.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

Ametza, tartúa -la mata- (País Vasco).

Roble.

Roble tocio (Santander).

Carvallo negro, Cerqueiro (Galicia).

Roura (Cataluña).

Melojo (Centro y Centro Este).

Rebollo (Centro oeste y Sur).

Marajo (Centro Este).

Roble negro, sapiego (Asturias).

Tocorno (Ávila).

NOMBRES EXTRANJEROS.

Chêne tauzin, Chêne brosse (francés).

Iberische Eiche (alemán).

DISTRIBUCIÓN EN ESPAÑA.

Se extiende por casi todas las provincias peninsulares. Forma extensos montes en la mitad occidental: las dos mesetas, Cordillera Central y montañas del cuadrante noroccidental. Hacia el sur y el este se hace más escaso, pero llega hasta las provincias de Granada, Cádiz, Málaga y hasta la Sierra de Prades (Tarragona) por el este. En los Pirineos es casi inexistente y falta en Baleares y Canarias.

El turno medio del monte alto normal es de 150 años. El monte bajo para leñas se trata a turnos de 8-12 años.

DESCRIPCIÓN DEL FUSTE.

Árbol de talla media que puede llegar hasta los 20 m. y excepcionalmente hasta los 25 m. Normalmente el tronco es tortuoso y la ramificación abundante, con la cruz aproximadamente a la mitad de la altura total.

DESCRIPCIÓN DE LAS TROZAS.

Las trozas son cilíndricas en árboles de porte recto, sobre todo las procedentes de la parte baja del tronco hasta la ramificación de la parte media. Por encima de ésta suelen ser más tortuosas y subcilíndricas.



Foto 10: Aspecto de porte de un rebollo y de su madera



DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

La madera es de **color** oscuro, amarillenta o, en algunos casos, marrón. En árboles jóvenes la diferencia entre albura y duramen no es muy marcada, aunque con la edad la madera de corazón adquiere un tono más oscuro.

El **grano** es relativamente basto, lo que le confiere un aspecto poco suave al tacto.

El resto de las características son muy similares a las de los otros robles.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA. (A Caperos y J.L. Serfaty, 1.969)

La descripción del rebollo es muy parecida a la del resto de los robles. Sus características son biométricas se indican en la tabla 11

Tabla 11: Características biométricas de las fibras del rebollo:

Longitud máxima , media y mínima (mm)	1,69-1,2-0,3
Relación longitud/anchura (esbeltez)	67,0
Proporción de pared	48,7

Foto 11: Vista de la testa x4 aumentos

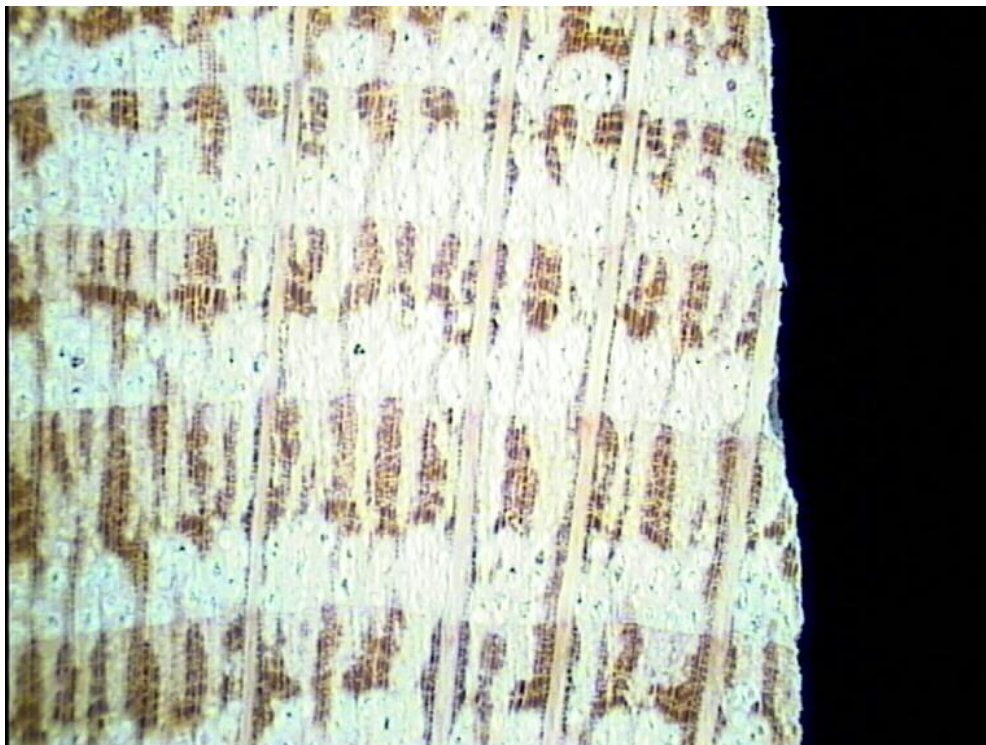
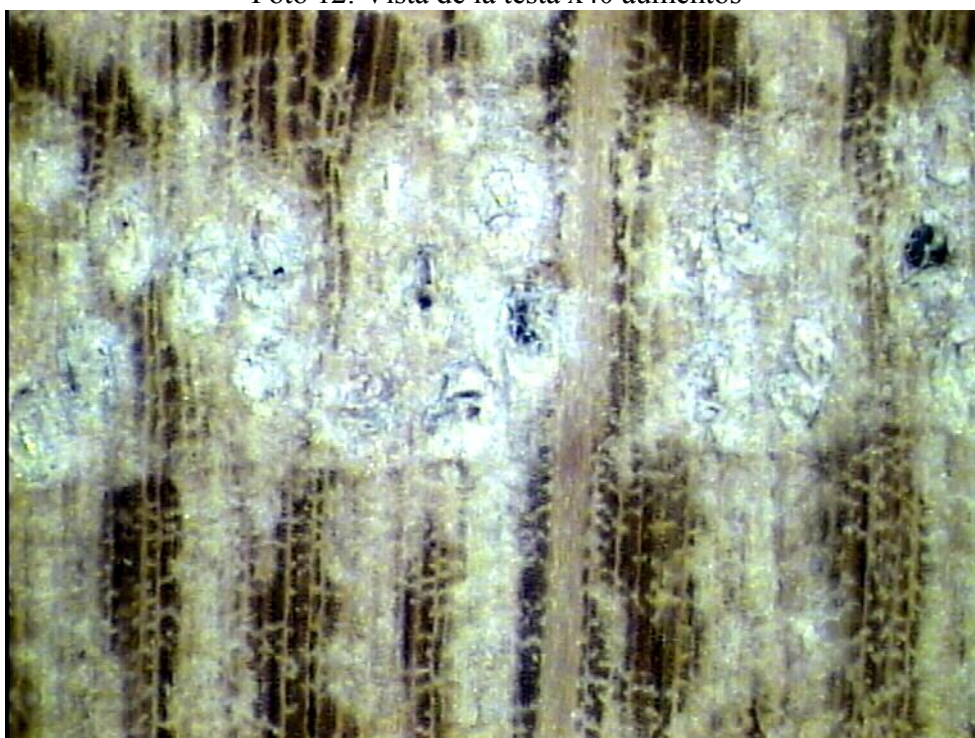


Foto 12: Vista de la testa x40 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS. (A. Gutiérrez Oliva, 1.967)

Se indica en la tabla 12.

Tabla 12: Características fisicomecánicas del rebollo

	Medio	Interpretación.
Densidad normal (peso específico aparente) (gr/cm^3)	0.972	muy pesada
Dureza tangencial	3.49	semiblanda
Cota de dureza	3.89	pequeña
Higroscopicidad	0.0052	fuerte
Flexión estática (kg/cm^2)	1453.00	mediana
Cota de flexión	15.00	mediana
Cota de rigidez	24.50	elástica
Cota de tenacidad	2.70	medianamente tenaz
Trabajo unitario ($\text{kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$)	0.46	medianamente resistente
Cota dinámica	0.53	frágil
Compresión paralela a la fibra. (kg/cm^2)	532.00	inferior
Cota de calidad estática	5.50	inferior
Hienda. Resistencia a rotura (kg/cm)	29.00	mediana
Cota estática	0.30	medianamente laminable
Tracción perp. A la fibra (tangenc.) (kg/cm^2)	39.00	mediana
Cota de calidad	0.40	medianamente adherente

DURABILIDAD, TRATABILIDAD Y CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.

El rebollo tiene una resistencia aceptable frente a hongos de azulado y pudrición. De cualquier forma sus características son muy similares a la del resto de los robles. Para mayor información debe consultarse la ficha del roble.

TECNOLOGÍA DE LA MADERA.

ASERRADO.

La madera es buena, aunque bastante deformable y predispuesta a hendirse con los cambios de humedad, lo cual le hace perder mucho valor para este fin.

Por otra parte, la mala conformación de los troncos masas hace difícil su aprovechamiento para sierra. Además, la mayoría de las masas actuales están tratadas a monte bajo y medio, con lo que no se obtienen los diámetros mínimos requeridos.

TRATAMIENTOS.

Son los mismos que los del roble.

DESENROLLO.

Se producirán múltiples problemas con el secado. Esta madera tiende a abrirse con facilidad, por lo que las chapas son frágiles.

Las discontinuidades del grano basto provocarán el efecto de cizalladura y rotura de la chapa.

SECADO.

La madera es frágil y se abre con facilidad. Esta circunstancia dificulta su secado, que responde a la siguiente cédula:

Tabla 13: Cédula de secado para grueso < 4 cm

H (%)	T _S (°C)	T _H (°C)	H _R (%)	D _H (°C)	H.E.H. (%)	G
Verde	40.5	38	85	2.5	17.1	3.5
60-40	40.5	38	80	2.5	17.1	3.5
40-35	43.5	38.5	75	5	12.5	3.2
35-30 %	43.5	37.5	70	6	11.7	3.0
30-25%	46.0	38.5	65	7.5	10.3	2.9
25-20%	51.5	42	60	9.5	8.9	2.8
20-15%	60.0	47	50	13	7.2	2.8
15-H _i	65.5	48.5	40	17	5.6	2.7
(*)Para evitar gradientes excesivos, cuando se seca madera de grosor 4-7.5 cm., la HR debe estar un 5% más alta que la señalada en cada etapa por la correspondiente cédula, y un 10% si la madera tiene un grosor de más de 7.5 cm.						

CEPILLADO Y MOLDURADO.

Se produce repelo, por lo que debe realizarse esta operación con sumo cuidado.

TORNEADO.

La irregularidad de textura, el grano basto y la fibra relativamente ondulada hace que no sea una buena madera para este proceso.

CURVADO.

No ofrece ninguna dificultad, pues su cota de rigidez clasifica esta madera como elástica.

CLAVADO Y ATORNILLADO.

La gran tendencia a la hienda dificulta la unión mediante clavos.

ENCOLADO.

Se realiza sin problemas, ya que no existen sustancias que dificulten tal operación.

LIJADO.

La existencia de repelo obliga a proceder a un lijado muy completo, utilizando varias lijas intermedias. Esta operación se ve dificultada por su grano relativamente basto.

ACABADO.

La madera de rebollo presenta cualidades intermedias entre la de roble y la de encina. Se trabaja peor que el roble, pero al igual que con él se puede realizar multitud de acabados, haciendo resaltar el poro de la madera

ASTILLADO.

Podría utilizarse como madera para astillado, especialmente los desperdicios que provienen del desramado y toda aquella madera que no tenga diámetro suficiente para dedicarla a otras funciones.

El rendimiento será elevado pues su densidad es alta.

APLICACIONES.

POSTES, APEAS Y ESTACAS.

En general, las dimensiones no son las adecuadas para su uso como postes, aunque como apeas y estacas dan un buen resultado.

MADERA MACIZA

Las características físicas y químicas de esta madera no le confieren ninguna características que destaque en particular. Se trata por tanto de una madera de uso corriente e impropia para empleos móviles.

En carpintería de interior se ha utilizado sobre todo como **parquet**, pues tiene una dureza adecuada.

Como **traviesas de ferrocarril** pueden obtenerse buenos resultados, dependiendo de las dimensiones de la madera.

PASTAS CELULÓSICAS.

Como el resto de los robles, puede utilizarse mezclado con otras especies para la elaboración de pastas semiquímicas.

OTROS USOS.

En algunas épocas se utilizó como **curtiente**, ya que su corteza tiene una elevada proporción de taninos.

El uso más tradicional y el más común, incluso en la actualidad, es el aprovechamiento para la obtención de **leña**. Ésta es de excelente calidad.

También se aprovecharon los rebollares para la obtención de **carbón**, en montanera y para **ramoneo**.

ESPECIE: Encina.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Quercus ilex* L.

ORDEN: Fagales

FAMILIA: Fagaceae.

SUBFAMILIA: Quercoideae.

SINONIMIAS.

Quercus smilax L. = *Q. sempervirens* Mill. = *Q. gramuntia* L. = *Ilex major* = *Q. alzina* Lapeyr.
= *Q. ilicifolia* Salisb. = *Q. ilex* var. *agrifolia* DC. = *Q. ilex* var. *ballota* Desf.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

Artea, arta, arte (País Vasco).

Encina. Encino.

Carrasco. Carrasca.

Alsina (Cataluña y Levante).

Alzina (Baleares).

Matacalles (cuando aún es mata o arbolillo).

Mataparda (cuando aún es mata o arbolillo).

Chaparra, chaparro (cuando aún es mata o arbolillo).

Coscolla negra (Alcoy).

Chavasco (Albarracín).

Roble verde (Extremadura).

NOMBRES EXTRANJEROS.

Chêne vert, yeuse, ballote, yense (francés).

Steineiche, echte steineiche, grüneiche, immergrüneiche (alemán).

Holm oak, common evergreen oak, holly oak (inglés).

Elce, elcina, leccio, quercia verde (italiano).

DISTRIBUCIÓN EN ESPAÑA.

Está presente en todas las regiones españolas, excepto en las Canarias orientales. En las occidentales se halla introducida. En Galicia escasea y en el Sureste árido se ciñe a los enclaves menos secos de las montañas y altas mesetas.

Se trató la encina en monte alto, con turnos de 150-200 años. También se trata en monte bajo con turno de entre 8 a 15 años.

DESCRIPCIÓN DEL FUSTE.

La encina es un árbol con una talla que puede llegar hasta los 25 m., aunque normalmente no suele pasar de los 12 o 15 m.

El fuste es flexuoso de joven, luego recto, recio, cilíndrico y lleno, corto en los pies aislados o intervenidos, alcanzando 3/4 de la altura total en los respetados en masa. El diámetro puede llegar a 1 m. en estaciones de buena calidad.

La ramificación es fuerte y abundante y forma una copa densa, amplia y redondeada.

El crecimiento es lento y se calcula en 0.5 m³/Ha y año.

Foto 13: Aspecto de masas de encina



DESCRIPCIÓN DE LAS TROZAS.

La encina es susceptible al ataque de diversos hongos, que provocan la aparición de "**escobas de brujas**" (proliferación desordenada y abundante de ramillas que terminan muriendo). Cabe mencionar también la **seca de la encina**, que parece ser producida por un estrés hídrico que debilita los árboles y los hace más vulnerables al ataque de ciertos hongos y enfermedades.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

La **albura** es blanca o rosada y el **duramen** rojo oscuro en los tallos jóvenes. En los adultos no hay separación manifiesta entre albura y duramen y la madera presenta un **color** pardo rojizo claro.

Los **anillos de crecimiento** están bien diferenciados y se reparten uniformemente.

La **fibra** está con frecuencia revirada.

Los **vasos** son de gran diámetro en la zona de primavera, dispuestos en bandas concéntricas bien visibles. Los de la zona de verano son de menor diámetro y se presentan en filas radiales más o menos flameadas.

Los **radios leñosos** son muy anchos y de color pardo oscuro. En el despiezo radial aparecen formando grandes espejuelos característicos de esta especie. En el tangencial los radios se presentan en líneas verticales gruesas y cortas y su terminación es fusiforme. La trayectoria de los más anchos es completamente rectilínea.

El **parénquima** no es visible a simple vista.

Foto 14: Aspecto longitudinal de la madera de encina



DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA. (F. Nájera y V.López, 1.969 y A. Caperos y J.L. Serfaty, 1.969)

1.-VASOS.

Se presentan en anillos porosos, de diámetro muy variable. Los mayores son los de la zona de primavera y van decreciendo a medida que avanzan hasta alcanzar el límite inferior de la zona de verano. Se encuentran en toda la zona del anillo anual en filas más o menos continuas. Las punteaduras son sencillas, elípticas, con areola circular. Las perforaciones son simples con placas. Los datos biométricos se indican en la tabla 14.

Tabla 14: Características biométricas de los distintos elementos de la encina:

Tabla 17. Características biométricas de los distintos elementos de la cresta.			
Vasos		Numero por mm	8-12
		Diámetro máximo (μ)	260-300
		Grosor medio de las paredes (μ)	4-6
Radios leñosos	Uniseriados	Numero por mm	10-12
		Diámetro máximo (μ)	300-400
		Grosor medio de las paredes (μ)	14-16
	Multiseriados	Numero por mm	No se cuentan
		Diámetro máximo (μ)	Superior a 1 cm
		Grosor medio de las paredes (μ)	800-1000
Fibras		Longitud máxima, media y mínima (mm)	1,50-1,01-0,30
		Anchura máxima , media y mínima (μ)	25,0-19,0-10,0
		Espesor de la pared (μ)	4,5
		Relación longitud/anchura (esbeltez)	53,2
		Proporción de pared (%)	48,4

2.-RADIOS LEÑOSOS.

Como todas las especies de su género, tiene dos clases radios: unos multiseriados, compuestos y heterogéneos; y otros uniseriados y homogéneos. Ambos suelen tener una trayectoria rectilínea, salvo que en ella se interponga algún vaso que los haga curvarse ligeramente. En la tabla 101 se resumen sus características principales:

3.-FIBRAS.

Las fibras son poligonales y de luz muy pequeña. El límite terminal del anillo está compuesto por dos o tres filas de fibras rectangulares con su longitud mayor en el sentido tangencial. La trayectoria es ondulada. Los valores de las características más importantes se indican en la tabla 14.

4.-PARÉNQUIMA.

El parénquima puede ser paratraqueal o metatraqueal difuso de una sola célula de espesor.

5.-FIBROTRAQUEIDAS.

Aparecen difusamente repartidas por toda su estructura.

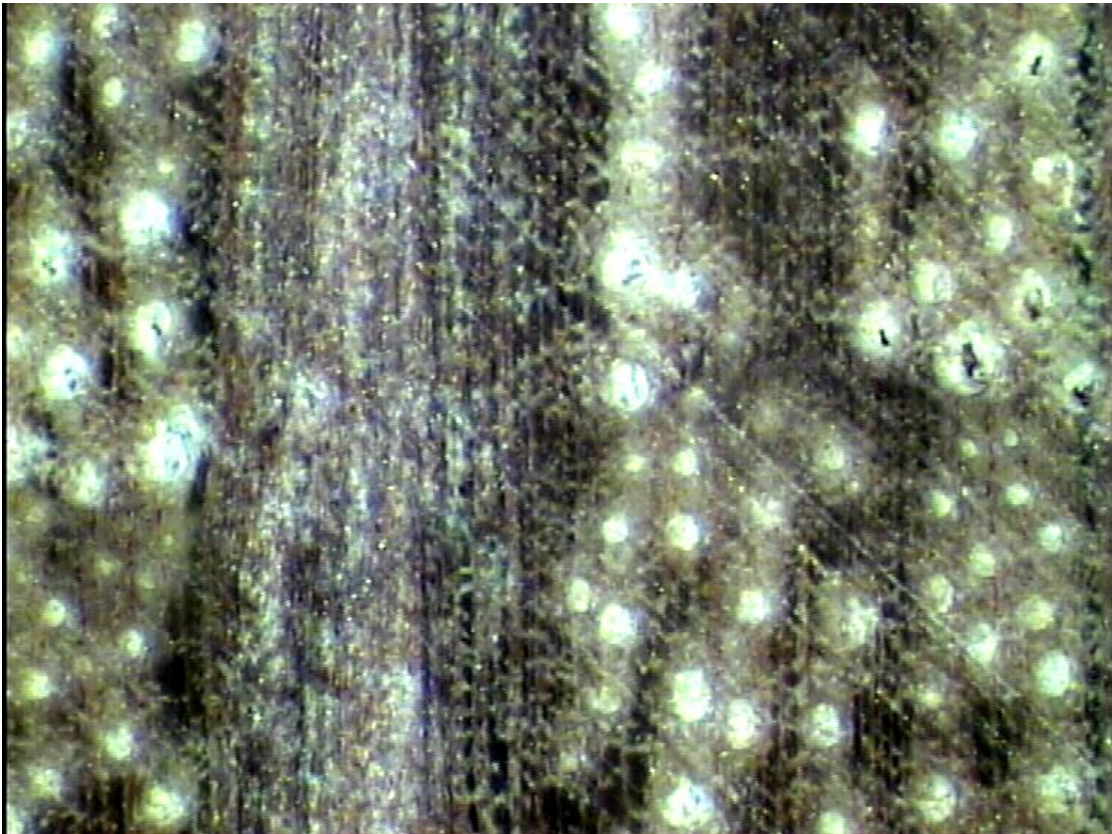
6.-CONTENIDO CELULAR.

En las fibras y el parénquima existen abundantes cristales de oxalato. Además presenta sustancias protoplasmáticas solidificadas en el tejido parenquimatoso.

Foto 15: Vista de la testa x4 aumentos



Foto 16: Vista de la testa x40 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS. (A. Gutiérrez Oliva, 1.967)

Se indican en la tabla siguiente:

Tabla 15: Características físicas de la madera de encina

	Valor Mínimo	Valor Medio	Valor Máximo	Desv. Típica	Interpretación
Densidad normal (Peso espec. aparente)(gr/cm ³)	0.967	1.000	1.045	0.033	Muy Pesada
Dureza radial		14.32			Muy Dura
Cota de dureza		12.82			Fuerte
Dureza tangencial	3.00	7.85	9.60	3.233	Dura
Cota de dureza	3.09	7.45	9.24	2.924	Normal
Contracción volumétrica total	10.4	18.62	23.6	5.828	Grande
Contracción lineal tangencial	4.30	6.70	9.11	3.401	
Contracción lineal radial	3.13	4.45	5.78	1.874	
Punto de saturación de la fibra	30	33.3	38	4.163	Normal
Coefficiente de contracción volumétrica	0.34	0.55	0.80	0.234	Nerviosa
Coefficiente contracción tangencial	0.14	0.22	0.30	0.113	
Coefficiente contracción radial	0.10	0.14	0.19	0.064	
Relación c.c.tang./c.c.radl	1.4	1.57	1.58	-	
Higroscopicidad	0.0015	0.0044	0.0065	0.002	Fuerte

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.

Se indica en la tabla 16

Tabla 16: Características mecánicas de la encina

	Mínimo	Medio	Máximo	Desv. Típica	Interpretación
Flexión estática. (kg/cm ²)	1025	1517	1901	374.872	Mediana
Cota de flexión	11.8	14.9	17.3	2.447	Mediana
Cota de rigidez	13.0	21.8	33.9	9.847	Elástica
Cota de tenacidad	2.3	2.6	3.1	0.341	Mediana
Modulo de elasticidad	121000	136750	152500	222747	
Trabajo unitario (kg*m/cm ²)	0.53	0.89	1.35	0.342	Median. resistente
Cota dinámica	0.52	0.82	1.29	0.33	Media
Compresión paralela a la fibra. (kg/cm ²)	467	591	746	126.34	Inferior
Cota de calidad estática	4.5	5.8	7.0	1.1	Inferior
Hienda. Resistencia a rotura (kg/cm)	29.16	31.33	32.91	1.94	Grande
Cota estática	0.29	0.31	0.32		Poco laminable o hendible
Tracción perp. fibra (radial) (kg/cm ²)		51			Grande
Cota de calidad		0.51			Muy adherente
Tracción perp. fibra (tangenc.). (kg/cm ²)	39	41	44	2.16	Mediana
Cota de calidad		0.41			Media
Compresión perp. fibra (radial) (kg/cm ²)	224	270	315	64.35	
Cota de calidad	2.3	2.6	3.0	0.495	
Compresión perp.fibra (tangencial) (kg/cm ²)	202	243	285	58.69	
Cota de calidad	2.1	2.4	2.7	0.42	

DURABILIDAD, TRATABILIDAD Y CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.

Son similares a las expuestas en la ficha del roble. Con el tiempo se oscurece.

TECNOLOGÍA DE LA MADERA.

Es una madera especialmente dura, circunstancia que dificulta la mayoría de los procesos de transformación, hasta el punto de afirmar que su aprovechamiento maderero es pequeño.

ASERRADO.

La tecnología aplicable a la madera de encina es similar a la especificada en el caso del roble. Tan sólo debe tenerse en cuenta su gran dureza, lo que dificulta el aserrado y reduce sus aplicaciones.

Esta dureza, junto a la presencia de fibras reviradas y la falta de dimensiones adecuadas en sus trozas, originan una disminución importante del rendimiento. A pesar de ello, puede ser utilizada en piezas pequeñas, pues su acabado es bastante apreciado.

Las sierras para el aserrado de la madera deben diseñarse para esta especial dureza de la encina. Así, el perfil del diente debe ser del tipo loro o francés, con ángulo del diente muy grande, de alrededor de 65°, y ángulos de ataque y salida muy pequeños, de 17° y 8° respectivamente.

TRATAMIENTOS.

No son necesarios los tratamientos orientados a mejorar su durabilidad natural.

DESENROLLO.

La elevada dureza y la existencia de fibras reviradas descalifican la madera de encina para este proceso.

SECADO.

La elevada relación entre los coeficientes de contracción tangencial y radial y su gran nerviosidad y contracción volumétrica provocan en esta madera su alabeo y la formación de grietas si el secado es rápido, por lo que deben extremarse las precauciones y ralentizar el proceso. La cédula de secado es la siguiente (L.M. Fiske, 1.967):

Tabla 17: Cédula de secado para grueso < 4 cm

H (%)	T _S (°C)	T _H (°C)	H _R (%)	D _H (°C)	H.E.H. (%)	G
Verde	40.5	38	85	2.5	17.1	3.5
60-40	40.5	38	80	2.5	17.1	3.5
40-35	43.5	38.5	75	5	12.5	3.2
35-30 %	43.5	37.5	70	6	11.7	3.0
30-25%	46.0	38.5	65	7.5	10.3	2.9
25-20%	51.5	42	60	9.5	8.9	2.8
20-15%	60.0	47	50	13	7.2	2.8
15-H _i	65.5	48.5	40	17	5.6	2.7

(*)Para evitar gradientes excesivos, cuando se seca madera de grosor 4-7.5 cm., la HR debe estar un 5% más alta que la señalada en cada etapa por la correspondiente cédula, y un 10% si la madera tiene un grosor de más de 7.5 cm.

CEPILLADO Y MOLDURADO.

Es una madera que puede cepillarse sin excesiva dificultad a pesar de su dureza, si bien es frecuente que aparezca repelo por su fibra ondulada.

TORNEADO.

No es una madera muy apta para el torneado, aunque se suele realizar en algunas piezas pequeñas.

CURVADO.

Es una madera con cota de rigidez elástica, lo que permite su curvado. Aún así, la propia resistencia a la deformación aumenta la dificultad de la operación.

UNIONES Y ENCOLADO.

El encolado se realiza sin muchas dificultades, pero debe tenerse la precaución de utilizar colas muy fluidas y aplicar presiones mayores de las normales.

CLAVADO Y ATORNILLADO.

El clavado y atornillado es difícil, por la propia dureza de la madera.

LIJADO.

Al tener la fibra revirada, surge con facilidad repelo, por lo que debe someterse a lijados sucesivos. Esta circunstancia no representa ningún problema para la operación de acabado. No conviene utilizar lijas de grano superior a 120-150, para facilitar el barnizado de la madera.

ACABADO.

La encina es una especie que ofrece un bonito pulimento. Además, toma sin dificultad todo tipo de barnices, con lo que se aumenta su gran durabilidad natural.

ASTILLADO.

La elevada dureza de la encina hace complicada su utilización en este proceso, pudiendo incluso estropear las astilladoras.

LEJIACIÓN.

La madera de encina no se emplea en este proceso, pues es más apta para otras industrias. Debe tener dificultad a la penetración de la lejía

DESFIBRADO.

En este proceso, interesa una dureza pequeña de la madera y una densidad elevada que haga aumentar los rendimientos. La madera de encina está clasificada como muy dura por lo que sería inadecuada su utilización.

APLICACIONES.

MADERA EN ROLLO.

La gran contracción volumétrica de la madera implica la existencia de grandes fendas de desecación, lo que deprecia su valor como madera en rollo de diámetros relativamente

grandes (>15cm), esto es, como postes. En el caso de estacas y apeas, las fendas son tolerables, pues se trata de aplicaciones de poco diámetro. Esta circunstancia, junto a la resistencia y durabilidad de la encina, la convierte en una materia apropiada para ambos usos.

Es especialmente utilizada como pilotes en obras hidráulicas, dada su resistencia a la inmersión.

MADERA MACIZA.

Al trabajarse con dificultad, industrialmente puede considerarse una madera con muy poco mercado. Sería especialmente indicada en aquellas aplicaciones que requieran especial dureza, tales como parquet mosaico u otros revestimientos de suelos.

También puede utilizarse cuando se requiera masa (mangos de herramientas, cepillos y garlopas de carpintero) o cuando se precise una especial resistencia a rotura y la abrasión. En este sentido se utilizó ampliamente en carretería, para la construcción de pinas, radios de ruedas, aperos agrícolas, etc.

No se emplea en **construcción** por su excesivo peso.

OTROS USOS.

La **leña** de encina, de gran potencia calorífica, es una de las más apreciadas como combustible. Es la más empleada en **carboneo**.

Su corteza es muy buena como **curtiente**. Tienen gran importancia económica los **pastos** y cultivos bajo vientos de encina, y la **producción de fruto** en dehesas y masas destinadas a la montanera.

ESPECIE: Castaño.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Castanea sativa* Mill.

ORDEN: Fagales.

FAMILIA: Fagaceae.

SUBFAMILIA: Castanoideae.

SINONIMIAS.

Castanea vesca Gartn. = *C. vulgaris* Lamk. = *C. castanea* Karst. = *Fagus castanea* L.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES

Gaztaña, castañondo (País Vasco).

Castaño.

Castanyer (Cataluña).

Castiñeiro (Galicia).

Regoldo (el no injertado).

NOMBRES EXTRANJEROS.

Castagno, castagno domestico (italiano)

Châtaignier (francés).

Edelkastanie, esskastanie, marone (alemán).

Spanish chestnut, European chestnut, sweet chestnut (inglés).

DISTRIBUCIÓN EN ESPAÑA (J. Ruiz de la Torre, 1971).

El castaño es un árbol de la región mediterránea septentrional que se adentra en Centroeuropa y presenta avanzadas en el Norte de África y región del Cáucaso. Cultivado desde la antigüedad, ha sido plantado extensivamente y se ha asilvestrado en numerosas regiones del Oeste, Centro y Norte de Europa.

Es una especie que se halla en casi todas las provincias y abunda en la región húmeda septentrional (exceptuando la cordillera pirenaica), en las sierras del Oeste (Noroeste de Galicia, Zamora, León, Peña de Francia, Gredos y valle del Tiétar) y en las sierras penibéticas (Serranías de Aracena y Ronda, S^a Nevada y Sierra Morena).

El castañar se puede tratar en monte alto maderero a turno de 100 años. Los turnos de monte bajo son variables con la finalidad del aprovechamiento, oscilando entre 5-6 y 80-100 años. No obstante, puede tratarse a monte bajo con turno de 30 años, para evitar los efectos de la tinta y que se acebolle.

DESCRIPCIÓN DEL FUSTE.

El castaño es un árbol corpulento, capaz de alcanzar una talla de hasta 35 m. Normalmente, el fuste es derecho, corto y grueso en los pies injertados. En los regoldos es recto y limpio si existe la suficiente espesura. En algunos casos, el fuste no ramificado puede llegar a sobrepasar los 25 m. de longitud.

DESCRIPCIÓN DE LAS TROZAS.

Las trozas de la zona inferior del árbol suelen ser derechas y algo cónicas.

Foto 17: Aspecto de un castañar joven



Las irregularidades del crecimiento pueden dar lugar a **acebolladuras**, especialmente en los ejemplares de mayor diámetro. Además, los castaños muy viejos suelen ahuecarse.

Foto 18: Aspecto de un castaño extramaduro



La albura, rica en almidón, está sujeta a la aparición de decoloraciones y al ataque de la **polilla**, debido a la anchura de sus vasos. Otros insectos escolítidos pueden igualmente atacar a la madera en rollo construyendo galerías profundas que afectan al duramen.

A veces la madera presenta un color amarillo vivo anormal, producido por el ataque de diversos **hongos** tras el apeo.

Otros ataques de hongos son los siguientes: La **tinta del castaño** afecta a la raíz. El árbol entonces produce unas sustancias fenólicas que taponan los tubos cribosos y vasos leñosos, con el consiguiente decaimiento de la planta y pérdida general de vigor. Las hojas amarillean y los brotes terminales mueren paulatinamente. El **chancro del castaño** se caracteriza por la aparición de manchas pardo-amarillentas en la corteza. La **socarrina del castaño** tiene su origen en el ataque de otro hongo que daña las hojas, las cubre de manchas pequeñas y provoca una defoliación precoz.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

La **albura** es blanco-amarillenta, delgada (de 2 a 4 capas anuales). El **duramen** se distingue con facilidad y es muy parecido a la madera de roble por su color, pero se diferencia de ésta por la ausencia a simple vista de los radios medulares. Con el paso del tiempo se hace más intenso el amarillo, pudiendo adoptar un tono de oro viejo.

Los **anillos de crecimiento** se aprecian sin dificultad. Destaca por su achura la zona de otoño con respecto a la de primavera. La **textura** es por ello fuerte.

Foto 19: Aspecto macroscópico de la madera de castaño



Los **vasos** son de gran diámetro en la zona de primavera y se disponen en bandas concéntricas de dos a tres unidades de espesor. Los de la zona de verano son, en cambio, finos y aparecen agrupados formando bandas blanquecinas en dirección radial, pero se separan ligeramente en el límite terminal del anillo anual. Estas diferencias entre vasos provocan la aparición de líneas oscuras en la sección tangencial como consecuencia del corte longitudinal de dichos vasos.

Los **radios leñosos** no son visibles como se mencionó anteriormente. El **parénquima** existe pero tampoco es visible.

La **fibra** es derecha y está ligeramente ondulada. El **grano** es grueso e irregular. Presenta un marcado **olor** a taninos.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA. (F. Nájera y V. López, 1969 y A. Caperos y J.L. Serfaty, 1.969))

1.-VASOS.

Su número máximo oscila entre 50 y 60 por mm². Se disponen en anillos porosos. En la zona de primavera se distribuyen en bandas concéntricas de dos a tres elementos y tienen un gran diámetro (hasta 300 μ). Los de la zona de verano presentan un diámetro menor que disminuye a medida que se aproximan al límite terminal del anillo anual (mínimo de 50 μ). Su disposición es flameada en sentido radial. Las punteaduras son sencillas, de forma elíptica con areola circular o, a veces, ovalada. Las perforaciones son simples. El grosor de las paredes varía entre 4 y 7 μ.

2.-RADIOS LEÑOSOS.

Son finos, homogéneos, uniseriados (muy raramente biseriados), numerosos y rectilíneos, hasta alcanzar la altura de los vasos de primavera, donde se ondulan para bordearlos.

Tabla 18: Características biométricas de las células del castaño

Radios leñosos	Numero por mm	10-15
	Diámetro máximo (μ)	1100-1200
	Grosor medio de las paredes (μ)	20-25
Fibras	Longitud máxima, media y mínima (mm)	1,40-0,94-0,27
	Anchura máxima , media y mínima (μ)	34,9-22,6-14,0
	Espesor de la pared (μ)	2,8
	Relación longitud/anchura (esbeltez)	41,1
	Proporción de pared (%)	25

3.-FIBRAS.

Constituyen la masa fundamental de la madera. Las de primavera son poligonales y numerosas. Las de otoño son rectangulares y alargadas en el sentido tangencial. Sus dimensiones se recogen en la tabla 105

4.-FIBROTRAQUEIDAS.

Son difíciles de localizar. No poseen engrosamientos helicoidales.

5.-TRAQUEIDAS.

Están presentes.

6.-PARÉNQUIMA.

El metatraqueal es difuso y el paratraqueal es parcialmente vasicéntrico.

7.-CONTENIDO CELULAR.

Los vasos están generalmente limpios, aunque algunos pueden presentar tylos. En las células de algunos radios y en las de parénquima hay alojadas sustancias protoplasmáticas solidificadas.

Foto 20: Aspecto de la testa x4 aumentos

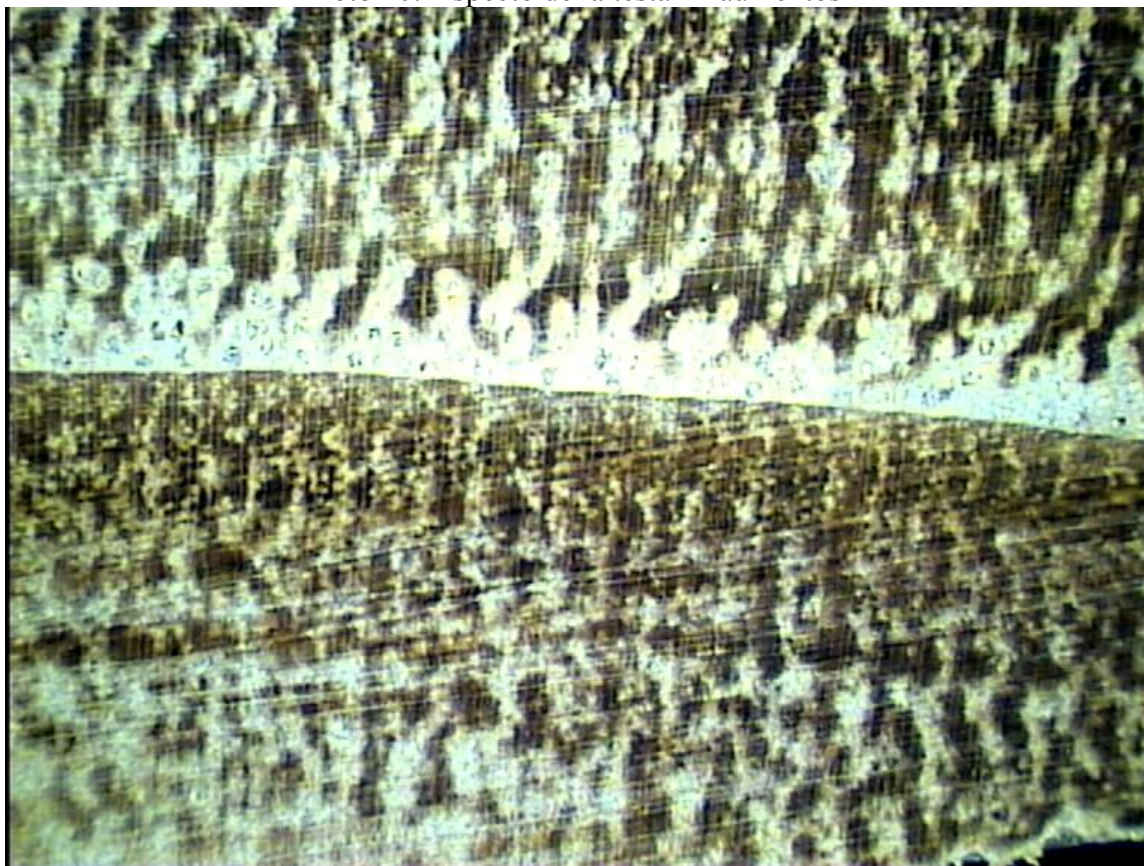
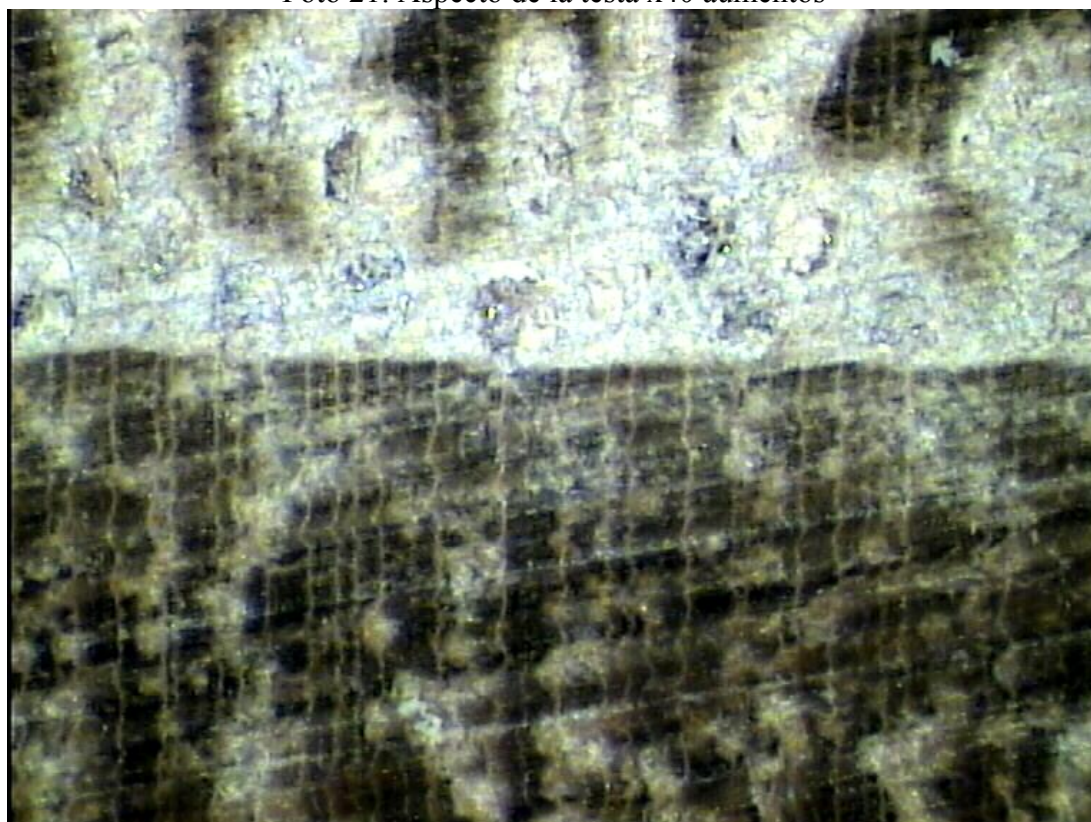


Foto 21: Aspecto de la testa x40 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS (A. Gutiérrez Oliva, 1.967)

Se indican en la tabla 19

Tabla 19: Características fisicomecánicas de la madera de castaño

	mínimo	medio	máximo	desv. típica	interpretación
Densidad normal (gr/cm^3)	0.661	0.665g	0.671	0.0053	pesada
Dureza radial	-	2.11	-	-	blanda
Cota de dureza	-	5.7	-	-	pequeña
Dureza tangencial	2.11	2.28g	2.40	0.15	blanda
Cota de dureza	5.73	5.88g	6.16	0.24	pequeña
Contracción volumétrica total	8.2	10.8	13.7	-	media
Contracción lineal tangencial	4.92	6.3	8		
Contracción lineal radial	3.21	4.3	5.7		
Punto de saturación de la fibra		28			normal
Coef. Contracción volumétrica	0.31	0.4	0.49		Median. nerviosa
Coef. Contracción tangencial	0.17	0.225	0.29		
Coef. Contracción radial	0.11	0.15	0.19		
Relación c.c.tang./c.c.radl	1.46	1.54	2.8		
Higroscopicidad	0.0033	0.0036	0.0039	0.0003	normal
Flexión estática. Carga de ruptura (kg/cm^2)	1331	1441	1503	95.77	mediana
Cota de flexión	19.8	22.1	24.8	2.53	grande
Cota de rigidez	14.8	25.3	35.2	10.21	elástica
Cota de tenacidad	2.7	2.8	2.8	0.06	media
Modulo de elasticidad		129000			
Trabajo unitario (kg*m/cm^2)	0.35	0.39	0.44	0.05	poco resistente
Cota dinámica	0.84	0.98	1.21	0.20	media
Compresión paralela a la fibra. (kg/cm^2)	472	521	558	44.38	media
Cota de calidad estática	7.1	8.1	8.7	0.90	superior
Cizalladura (kg/cm^2)		90			
Hienda. Resistencia a rotura (kg/cm)	11.27	11.89	12.33	0.55	pequeña
Cota estática		0.22			media
Tracción perp. A la fibra (radial). (kg/cm^2)		24			pequeña
Cota de calidad		0.34			
Tracción perp. A la fibra (tang.) (kg/cm^2)	20	23	26	3.05	pequeña
Cota de calidad		0.34			media
Compresión perp. fibra (radial) (kg/cm^2)		69			
Cota de calidad		1.3			
Compresión perp.fibra (tangencial) (kg/cm^2)		90			
Cota de calidad		1.6			

DURABILIDAD.

Debido a su riqueza en taninos, el duramen del castaño se considera durable frente al ataque de los hongos. Resiste bien tanto sumergida, como en seco, o sometida a periodos alternos de sequedad y humedad. La albura es, en cambio, poco durable.

Como se indicó con anterioridad, cambia fácilmente su color por la acción de la luz.

TRATABILIDAD

La albura se clasifica como fácil de impregnar, mientras que el duramen es muy difícil.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS. (R. Wagenfuhr y C. Scheiber, 1.974)

Las características químicas de esta madera se resumen en la tabla 20, expresadas en porcentaje de peso seco.

Tabla 20: Características químicas de la madera de castaño

Benzol-alcohol-extractos (%)		4.7
Extracto	Solubilidad en agua (%)	5.7
de éter	Lignina (%)	28.4-38.7
Azúcares	Celulosa (%)	42.0-52.6
Completo	Pentosanos (%)	16.7
Grupos acetílicos (%)		-
Ph		-
Ceniza (%)		0.4
	Alcalis solubles (%)	20.1
Restos	Taninos (%)	7.0-16.0
	Almidón (%)	2.0-3.0

TECNOLOGÍA DE LA MADERA.

ASERRADO.

El aserrado de la madera húmeda se realiza con herramientas típicas de madera blanda al igual que los pinos, pero cuando se asierra la madera en estado seco las herramientas a utilizar deben ser del tipo de madera dura, es decir, poco ángulo de ataque y desahogo y mucho de ángulo de diente. Además, el paso debe ser menor al normal.

El despiece de la madera debe ser tangencial y realizando todo el corte al hilo, pues se busca obtener el dibujo típico del castaño (flameado).

La madera suele comercializarse en "cachones" sin cantear. Las dimensiones más empleadas son, para madera seca al aire (13-17% de humedad):

ESPESOR (mm.): 15-18-22-26-30-35-40-45-55-65-75

LONGITUD (cm.): mayor de 300, en múltiplos de 10.

Cuando la madera es canteada, se utiliza para la fabricación de tablillas estrechas cuyas dimensiones pueden ser:

ESPESOR (mm.): 26-30-35

ANCHURA (mm.): 65-75-85-95-105-115

LONGITUD (cm.): de 50 a 95 (en múltiplos de 5)
mayor de 100 (en múltiplos de 10)

TRATAMIENTOS. (J.A. Rodríguez Barreal, 1.987).

La cédula de tratamiento se indica en la tabla 21

Tabla 21: Cédula de tratamiento del castaño para espesores de hasta 4 cm

Producto tipo	Fase vacío inicial		Fase presión		Fase vacío final		Retención
	Vacío (mm/Hg)	Tiempo (min)	Presión	Tiempo (min)	Vacío (mm/Hg)	Tiempo (min)	
Orgánico	500	8	Atmosférica	10-12-15	550	30	L/m ³
Orgánico (*)	350-400	10	2 kg	10	650	30	22-24 l/m ³
Sal	550	15	Atmosférica	25	550	15	8 kg/m ³

(*) Pseudovacío-Vacío.

DESENROLLO.

El castaño presenta problemas de desenrollo debido principalmente a su gran fragilidad y a su tendencia a la hienda cuando se seca en láminas delgadas.

SECADO. (CTB, 1.972)

Con el **secado al aire** es fácil lograr en 4 ó 5 meses humedades en torno al 16%, para aserrados de 25 a 30 mm. de espesor. En la fase inicial húmeda el castaño está sujeto a una decoloración particular, que la amarillea y deprecia considerablemente para ciertas aplicaciones como el parquet.

El **secado artificial** debe realizarse de forma cuidadosa para evitar las fendas, dada la escasa resistencia a la tracción perpendicular a las fibras. A continuación se detalla una cédula de secado para la madera de grosor menor o igual a 50 mm:

Tabla 22: Cédula de secado del castaño para espesores de hasta 5 cm

H (%)	T _s (°C)	T _H (°C)	H _R (%)	D _H (°C)	H.E.H. (%)	G
Verde	40	37.5	85	2.5	17	4
60-40	40	36.5	80	3.5	15	4
40-35	40	33	70	7	10.5	3.8
35-30 %	45	37	60	8	9.8	3.6
30-25%	45	34.5	50	10.5	8.3	3.6
25-20%	50	36.5	40	13.5	6.9	3.6
20-15%	60	43	30	17	5.7	3.5
15-H _j	65	43.5	30	21.5	4.4	3.4

CEPILLADO Y MOLDURADO.

El castaño se desbasta y cepilla bien sobre una superficie lisa, con las herramientas normales para este tipo de operaciones. El efecto de repelo no es muy marcado y no suele dar problemas.

TORNEADO Y TALLA.

Aunque se puede realizar no es una madera de gran calidad, por su heterogeneidad y grano basto, además astilla. Su única ventaja es que no es dura.

CURVADO.

Las piezas limpias de nudos se curvan fácilmente en estado verde o seco, gracias a su gran cota de flexión y a su cota de rigidez elástica. Los radios de curvatura admisibles pueden

descender hasta 15 veces el espesor de la pieza si se usa molde, o hasta 6 veces si la pieza está embridada exteriormente.

UNIONES

El espigado, escopleado y el taladrado no presentan ninguna dificultad en su ejecución. Los problemas se producen con la escasa resistencia a la hienda. Cuando se producen fenómenos de hinchazón de la madera, aparecen rajas en las uniones. Por ello se aconseja diseñarlas con una holgura muy ligera que absorba los movimientos previsibles.

CLAVADO Y ATORNILLADO.

La madera de castaño es muy hendible. Al realizar estas operaciones en los cantos o en las testas es imprescindible tomar algunas precauciones contra la tendencia a rajarse. También debe tenerse en cuenta que reacciona en contacto con metales ferrosos, manchándose la madera con la corrosión del metal.

ENCOLADO.

Es una madera fácil de encolar, pero se deben evitar las colas alcalinas debido a los riesgos de manchas producidas por los taninos que contiene.

LIJADO.

El castaño se lija bien y puede obtenerse un delicado pulido utilizando abrasivos de grano fino, hasta 180 ó 220, para así reducir su elevado poro y facilitar su acabado.

ACABADO.

La existencia de vasos agrupados de gran tamaño permite aplicar a la madera técnicas de acabado tales como el patinado, decapé, etc., que proporcionan gran belleza a la madera. Debe contemplarse siempre la escasa resistencia de los colores a la luz, por lo que conviene aplicar tintes o barnices que den este tipo de protección.

ASTILLADO

No presenta ningún problema. Su facilidad para la hienda es una ventaja añadida en estos procesos.

LEJIACIÓN.

Debido al elevado contenido en lignina, el proceso de lejiación suele resultar demasiado caro.

DESFIBRADO.

Este proceso no presenta demasiadas dificultades, al ser una especie blanda y con una resistencia a la tracción pequeña.

APLICACIONES.

MADERA EN ROLLO: POSTES, APEAS Y ESTACAS.

El valor medio del coeficiente de contracción volumétrica, la facilidad de impregnación de la albura y la durabilidad del duramen permiten la utilización de madera de castaño en estos tipos de aplicaciones. De hecho, el fino espesor de la albura hace esta madera preferible a la del cerezo en aplicaciones de pequeño diámetro, como puede ser estacas para cercados y vallas, apeas, etc. Los pies jóvenes son los más utilizados en estas aplicaciones.

Se les impregna con tratamiento protector mediante inmersión prolongada durante 3 días o mediante autoclave, de acuerdo a la cédula de tratamiento previamente indicada.

Los brotes jóvenes se emplean como **aros de tonelería**, por la flexibilidad y resistencia de la albura. También ha sido tradicionalmente utilizada para la fabricación de **duelas de barril**, muy apreciada para para la sidra y otras bebidas.

MADERA MACIZA

Las mejores calidades de madera se utilizan para la fabricación de muebles de tipo rústico y tradicional, incluso muebles de diseño. En ambos casos deben tomarse precauciones con las uniones y tratar de evitar el cambio de color que se produce por la luz. Es sin duda la aplicación que mayor valor añadido proporciona como madera maciza.

Las aplicaciones en carpintería suelen reducirse al revestimiento de paredes y suelos. En este último caso se emplea más como tarima que como parquet mosaico o lamparquet, dada su escasa dureza. No obstante, también se utiliza en carpintería de huecos de interior.

No suele emplearse demasiado en **carpintería de exterior**, dada su tendencia a ennegrecerse y oxidarse.

CHAPA Y TABLERO CONTRACHAPADO.

Las dificultades de obtención de chapa a la plana hacen que sólo se utilice en rechapados de tableros.

TABLEROS DE FIBRAS Y DE PARTÍCULAS.

Los tableros que se obtienen son de una calidad baja, debido a la pequeña longitud de la fibra.

PASTAS CELULÓSICAS.

En la industria de la celulosa es interesante la utilización de leñas y maderas defectuosas procedentes de árboles dedicados a la producción de fruto o como subproducto de la industria de taninos. Se descarta para esta aplicación la madera de buena calidad, por su elevado valor de mercado.

OTROS USOS.

Tuvo cierta importancia la industria de extracción de taninos. La corteza es pobre en estos compuestos, pero la madera puede llegar a contener un 4 ó 5%.

La leña de castaño es de baja calidad como combustible, pues arde mal, produce mucho humo y da poco calor.

La producción frutal no es importante en la actualidad. Se utiliza como alimento humano y del ganado, para la obtención de almidón y para la fabricación de diversos productos de pastelería.

ESPECIE: Fresno.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Fraxinus* spp. L.

FAMILIA: Oleaceae.

SUBFAMILIA: Oleoideae.

Se incluyen dos especies:

***Fraxinus excelsior* L.**

***Fraxinus angustifolia* Vahl.**

SINONIMIAS.

Fraxinus excelsior var. *australis* (Baleares).

Fraxinus excelsior var. *variegatum*.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

Leizar, lizar (País Vasco).

Fresno.

Fresno común.

Abre ver, fleix, estancasanch (Baleares).

Fleja, frájino (Aragón).

Freijá, freix (Cataluña).

Freixo (Galicia).

Frejú (Valle de Arán).

Lizarra (Navarra).

Fresno de Vizcaya.

Fresno de la tierra (para el *F. angustifolia*)

NOMBRES EXTRANJEROS.

Common ash, European ash (inglés).

Frassino maggiore (italiano).

Frêne commun, frêne d'Europe (francés).

Gemeine Esche (alemán).

DISTRIBUCIÓN EN ESPAÑA (J. Ruiz de la Torre, 1971).

El *F. excelsior* aparece en las vaguadas de llanura y en el piso montano de la mitad norte: Asturias, Galicia, Cantabria, País Vasco, Navarra y Pirineos y parte de la comunidad de Castilla y León. No penetra en Portugal y es sustituido por el *Fraxinus angustifolia* en todas las provincias mediterráneas, mas el sur de Galicia.

Suelen vivir en pies aislado, golpes y bosquetes, pero nunca formando masas.

Suele beneficiarse en monte bajo, generalmente desmochado, a turnos de 10 a 15 años.

Foto 22: Aspecto del porte de un fresno



DESCRIPCIÓN DEL FUSTE.

El fresno común es un árbol de 20-30 m. de talla. El *F. angustifolia* es algo menor (entre 10 y 15 m., pudiendo llegar a los 20). Poseen un tronco cilíndrico, algo sinuoso, rugoso y agrietado, con copa oval y ramas erecto-patentes.

Aparece bifurcado con relativa frecuencia, sobre todo cuando se encuentra aislado. Su crecimiento es rápido y sostenido.

DESCRIPCIÓN DE LAS TROZAS.

Las trozas aprovechables del tronco son medianamente rectas y de escasa conicidad. El número de trozas por tronco es bajo, debido a su ramificación a baja altura.

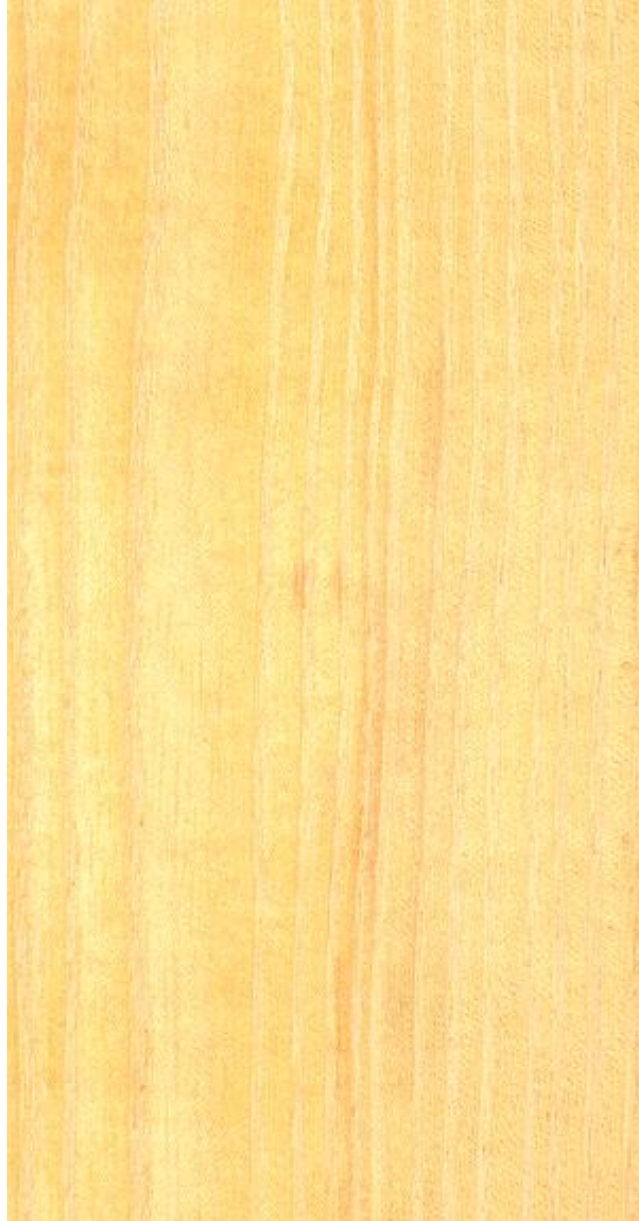
Los **defectos** más importantes son el corazón negro, las pudriciones del duramen, las coloraciones no deseadas producidas por las podas artificiales y la fibra torcida. También son frecuentes las fendas de heladura.

Puede destacarse como defecto o como propiedad, el elevado número de pies descabezados para ramoneo del ganado, que forman madera de lupia, muy apreciada por el mercado.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

La madera de fresno es de **color** amarillo pálido o algo rosada. Presenta **vetas** oscuras en los despieces longitudinales como consecuencia de los surcos que dejan las cavidades de las agrupaciones vasculares. No se diferencian la **albura** y el **duramen**.

Foto 23: Aspecto macroscópico de la madera de fresno



Los **anillos de crecimiento** están bien marcados en todas las caras.

La **fibra** es más o menos derecha, aunque ya se señaló como defecto importante su inclinación.

Los **vasos** pueden ser de dos clases. Los de primavera se agrupan formando anillos y los de verano, de menor diámetro, se localizan en grupos irregulares en sentido radial.

Los **radios leñosos** son abundantes, finos y de trayectoria rectilínea.

El **parénquima** aparece en pequeñas manchas blanquecinas alrededor de los vasos de verano.

El **grano** es medio, aunque la madera es muy suave al tacto en el corte. La **textura** es heterogénea.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA. (F.Nájera y V. López (1969), A. Caperos y J.L. Serfaty, 1.969)

1.-VASOS.

Los vasos tienen paredes gruesas. Las punteaduras presentan contornos irregulares no angulares. Las perforaciones son simples en los tabiques transversales. Las características fundamentales se exponen en la tabla 23:

Tabla 23: Características de los vasos radios y fibras

Tabla 23. Características de los vasos radiales y torales			
Vasos		Numero por mm	8-14
		Diámetro máximo (μ)	180-240
		Grosor medio de las paredes (μ)	6-7
Radios leñosos	Uniseriados	Numero por mm	10-12
		Diámetro máximo (μ)	400-450
		Grosor medio de las paredes (μ)	50-60
Fibras		Longitud máxima, media y mínima (mm)	1,46-0,91-0,40
		Anchura máxima , media y mínima (μ)	32-22,2-12
		Espesor de la pared (μ)	4,1
		Relación longitud/anchura (esbeltez)	41,1
		Proporción de pared (%)	37,0

2.-RADIOS LEÑOSOS.

Los radios leñosos son homogéneos, y pueden ser uniseriados, biseriados y triseriados. Los más abundantes son los de tres células de espesor y se encuentran algunos de cuatro. Se presentan rectilíneos en la zona de verano, cambiando de trayectoria en la zona de primavera por anteponerse en su recorrido los vasos de gran diámetro. Sus parámetros característicos se indican en la tabla 110

3.-FIBRAS.

Las fibras son de tipo libriforme, de forma pentagonal y luz variable. Sus rasgos característicos se indican en la tabla 110.

4.-PARÉNQUIMA.

El parénquima puede ser paratraqueal y paratraqueal confluyente total o parcial. Las células septadas son muy cortas.

5.-FIBROTRAQUEIDAS.

Las fibrotraqueidas son vasicéntricas y muy escasas.

6.-CONTENIDO CELULAR.

En algunas células de los radios leñosos se localizan sustancias protoplasmáticas solidificadas.

7.-ANILLOS ANUALES.

La zona terminal del anillo está compuesta por un número de filas de células comprendido entre 6 y 8.

Foto 24: Aspecto de la testa x4 aumentos

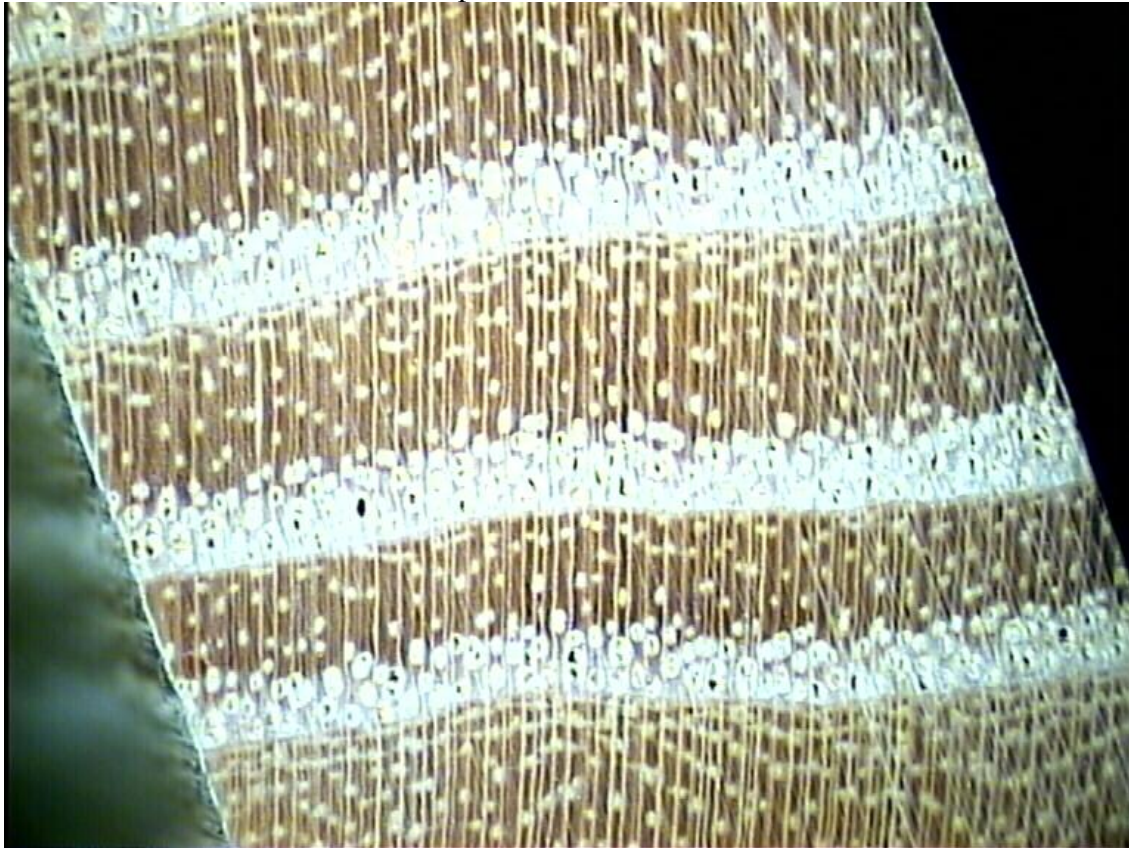
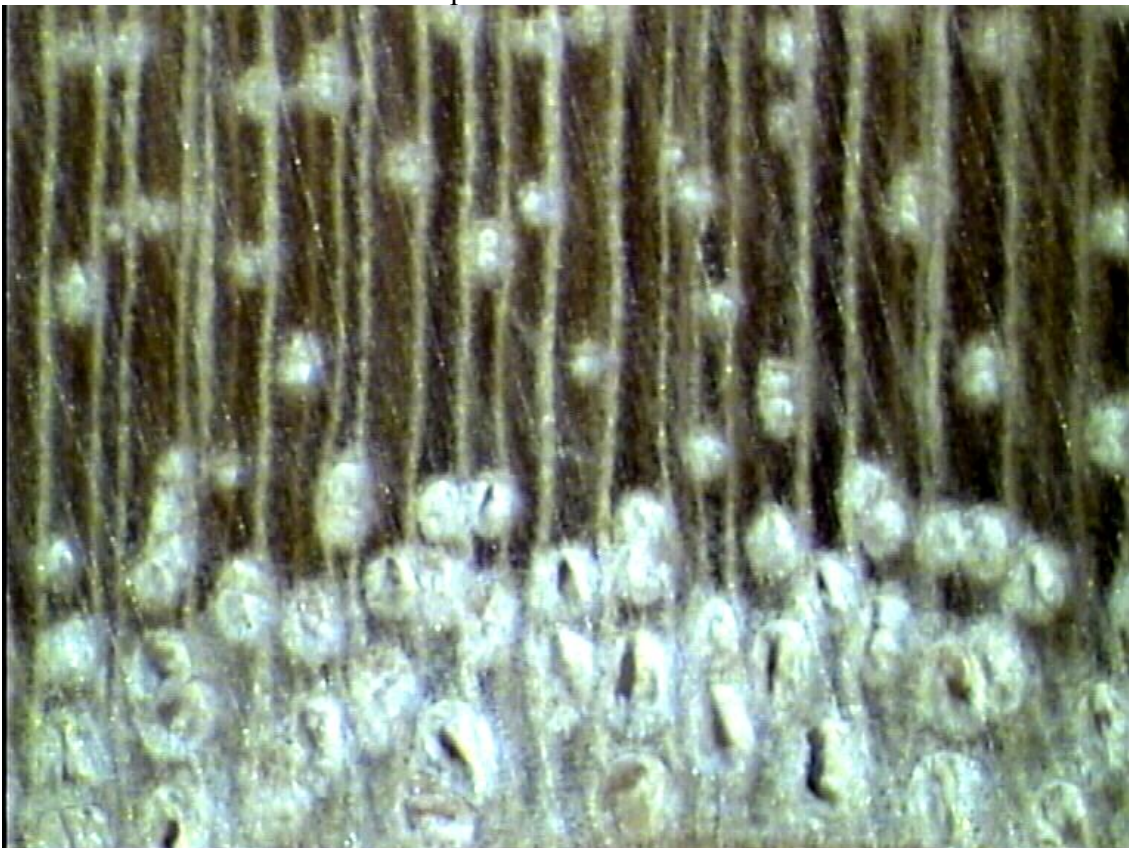


Foto 25: Aspecto de la testa x40 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS. (Wagenfuhr, Scheiber, 1.974)

En la tabla 24 se indican sus principales características

Tabla 24: Características fisicomecánicas del fresno

Parámetro	Mínimo	Medio	Máximo	Interpretación.
Densidad normal. (gr/cm ³)	0.45	0.69	0.86	Semipesada
Dureza radial		3,96		
Cota de dureza		5,51		
Dureza axial		9.58		Muy dura
Cota de dureza		15.40		Fuerte
Contracción volumétrica total		13.2		Media
Contracción lineal tangencial		8.0		Pequeña
Contracción lineal radial		5.0		Pequeña
Contracción lineal axial		0.2		
Punto de saturación de las fibras		33		
Coefficiente de contracción volumétrica		0.40		Poco nerviosa
Coefficiente contracción tangencial		0.24		
Coefficiente contracción radial		0.15		
Relación c.c.tang./c.c.radl		1.64		
Higroscopicidad		0.0038		Normal
Flexión estática. Carga de ruptura (kg/cm ²)	580	1200	2100	Mediana
Cota de flexión		17.4		Mediana
Cota de rigidez		12.6		Elástica
Cota de tenacidad		2.3		Medianamente tenaz
Modulo de elasticidad	44000	134000	181000	
Trabajo unitario (kg*m/cm ²)	0.10	0.68	2.50	Medianamente resistente
Cota dinámica		1.4		Resilente
Compresión paralela a la fibra. (kg/cm ²)	230	520	800	Superior
Cota de calidad estática		7.5		Superior
Hienda. Resistencia a rotura (kg/cm)		35		Grande
Cota estática		0.44		Poco laminable
Tracción perpendicular a la fibra (radial) (kg/cm ²)	70	91	112	Grande
Cota de calidad		0.7		(Muy adherente)
Tracción perp. A la fibra (tang.) (kg/cm ²)	70	91	112	Grande
Cota de calidad		0.7		Muy adherente
Compresión perp. A la fibra (radial) (kg/cm ²)		206		
Cota de calidad		2.6		
Esfuerzo cortante.	90	120	146	
Tracción paralela a las fibras (kg/cm ²)	700	1650	2930	
Compresión perp. A la fibra (tang.) (kg/cm ²)		210		
Cota de calidad		2.6		

DURABILIDAD.

La durabilidad del fresno se indica en la tabla 25

Tabla 25: Durabilidad de la madera de fresno

	ALBURA	DURAMEN
Hongos	No resistente	Resistente
Termitas	No resistente	No resistente
Polilla	Resistente	Resistente
Carcoma	No resistente	No resistente
Carcoma grande	Resistente	Resistente
Resistencia a la luz	Resistente	Resistente

De acuerdo a esta tabla la madera de fresno se puede clasificarse como no durable.

TRATABILIDAD.

Se puede clasificar la permeabilidad de la albura y del duramen como regular.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS. (R. Wagenfuhr y C. Scheiber, 1.974)

Las características químicas se exponen en la siguiente tabla

Tabla 26: Características químicas de la madera de fresno

Benzol-alcohol-extractos (%)		0.1-0.5
Extracto de éter	Solubilidad en agua (%)	-
	Lignina (%)	21.3-30.4
Azúcares	Celulosa (%)	44.2-46.8
Completo	Pentosanos (%)	22.6-26.7
Grupos acetílicos (%)		-
Ph		5.8
Ceniza (%)		0.07

TECNOLOGÍA DE LA MADERA.

ASERRADO.

Al ser una madera semiblanda, el aserrado se realiza sin dificultad, con herramientas de ángulos de ataque medios. Se obtienen rendimientos muy aceptables debido al carácter cilíndrico de las primeras trozas. Se suelen preferir cortes tangenciales por la veta que proporcionan.

Los despieces que producen, dada la limpieza de las primeras trozas, no presentan más defectos que los de gema y fibra torcida (originada por la mediana rectitud de los fustes), corazón negro, pequeños nudos y las ya señaladas pudriciones y fendas de heladura.

SECADO.

La cédula de secado se indica en la tabla 27 (L.M. Fiske, 1.967):

Tabla 27: Cédula de secado de la madera de fresno en gruesos de hasta 4 cm

H (%)	T _S (°C)	T _H (°C)	H _R (%)	D _H (°C)	H.E.H. (%)	G
Verde	40.5	38	85	2.5	16.5	3.8
60-40	40.5	37.5	80	3	15.8	3.8
40-35	40.5	34	70	6.5	10.8	3.7
35-30 %	43.5	35.5	60	8	9.9	3.5
30-25%	46.0	36	50	10	8.6	3.5
25-20%	51.5	38	40	13	7.1	3.5
20-15%	60.0	43.5	30	16.5	5.9	3.4
15-H _i	65.5	44.5	30	20.5	4.4	3.4

(*)Para evitar gradientes excesivos, cuando se seca madera de grosor 4-7.5 cm., la HR debe estar un 5% más alta que la señalada en cada etapa por la correspondiente cédula, y un 10% si la madera tiene un grosor de

DESENROLLO.

A pesar de su textura algo heterogénea, el escaso contenido de resinas y aceites esenciales, la fibra más o menos derecha y la resistencia a la tracción elevada, permiten la utilización de esta madera para el desenrollo o la chapa a la plana.

CEPILLADO Y MOLDURADO.

Se cepilla y moldura con facilidad, aunque puede ser normal la obtención de piezas con cierto repelo por las irregularidades que a veces se presentan en la fibra

TORNEADO.

Se emplea mucho en el torno, a pesar de tener un grano de tipo medio y textura heterogénea.

CURVADO.

La gran elasticidad de esta madera la convierten en una materia de excelente calidad para esta operación.

UNIONES.

Como sus resistencias a la tracción perpendicular y a la hienda son elevadas, la madera de fresno es excelente en lo referente a uniones.

CLAVADO Y ATORNILLADO.

Por las mismas razones apuntadas en el apartado anterior, el fresno es medianamente fácil de clavar y no presenta problemas de rajás al introducir clavos o tornillos.

ENCOLADO.

No presenta problemas de encolado.

LIJADO.

La madera de fresno se lija con facilidad. Es recomendable llegar a granos de 180 para facilitar el acabado, sin excesivo gasto de barnices.

ACABADO.

Al igual que el roble o el castaño, al tener vasos visibles agrupados puede aplicarse las técnicas de acabado indicados en estas maderas (pátinas, decapé, etc.). Frente a éstos, el fresno tiene la ventaja de la homogeneidad del color y la estabilidad frente a la luz.

Admite muy bien cualquier tipo de tinte

No tiene ningún problema de incompatibilidad con los barnices comerciales.

ASTILLADO.

El color relativamente claro y el bajo contenido de resina y aceites esenciales, facilitan el desarrollo de esta operación, y a su vez, el chapado de los tableros de partículas en los que se empleen las partículas obtenidas.

LEJIACIÓN.

No se lleva a cabo, pues esta madera no se emplea en la fabricación de pasta de papel. De cualquier forma, no deberían ofrecer ningún tipo de problemas.

DESFIBRADO.

La dureza siempre dificulta este tipo de operaciones. Además, la fibra es corta.

Por otro lado, la densidad elevada aumenta el rendimiento del proceso de fabricación de tableros de fibras, objetivo final del desarrollo de esta operación.

APLICACIONES.

POSTES, APEAS Y ESTACAS.

Debido a la poca altura de su fuste y al valor de su contracción volumétrica no se suele emplear en la fabricación de postes.

MADERA MACIZA.

La madera de fresno es muy estable, resistente y con grandes cualidades estéticas. Esto la convierten en materia muy cotizada en la industria de segunda transformación.

Las mejores calidades de fresno se utilizan en **ebanistería**, fundamentalmente en la fabricación de mueble moderno, por el color claro que proporciona. Es clásica su utilización en el estilo denominado nórdico, aunque también es empleada en otros estilos, como el de diseño. En mueble clásico se combina con otras maderas de color, proporcionando un rico contraste.

En carpintería es aprovechada fundamentalmente como revestimientos.

En **carpintería exterior** se rechaza por su baja resistencia a los cambios de humedad.

Es muy valorada por su elasticidad y tenacidad, por lo que funciona muy bien en **construcciones móviles**. Solía utilizarse en carretería

Por su tacto y resistencia es muy apreciada en la elaboración de mangos de herramientas y en la fabricación de objetos deportivos, tales como raquetas de tenis, esquís, etc.

Su color claro es una buena ventaja para su aplicación como **envases**, pero el hecho de que existan maderas menos duras y más asequibles desaconsejan su empleo generalizado.

Para la producción de **paletas** el fresno sólo presenta la ventaja de poseer una elevada resistencia a la flexión estática. En cambio, son factores desfavorables su reducida flexión dinámica, su poca ligereza y el hecho de que existan maderas más apropiadas, que ofrecen mayores rendimientos y menores precios.

CHAPA

La belleza del fresno hace que sea una madera muy cotizada como chapa para revestimiento de tableros. Especial valor adquieren las chapas obtenidas de lupia, por las hermosas aguas producidas como consecuencia de las ondulaciones que la fibra forma alrededor de los pequeños nudos que forman la lupia.

TABLEROS DE FIBRAS.

Por lo especificado durante el desfibrado, no es aconsejable su utilización en la elaboración de este tipo de tableros.

TABLEROS DE PARTÍCULAS.

Es una madera relativamente buena para la fabricación de tableros de partículas, pero su precio la hace inasequible para esta industria, salvo los residuos de las otras industrias.

PASTAS CELULÓSICAS.

Para la pasta mecánica presenta el inconveniente de poseer una fibra muy corta. Para la pasta química podría utilizarse, aunque existen otras maderas más apropiadas para esta aplicación.

OTROS USOS.

Su **leña** es muy buena como combustible y da un carbón de primera calidad.

Las hojas y el **ramón** de fresno son muy buenas para alimentación del ganado, por lo que suele descabezarse.

ESPECIE: Olmo.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Ulmus* spp.

FAMILIA: Ulmaceae.

SUBFAMILIA: Ulmoideae.

Se incluyen dos especies distintas:

Ulmus minor Mill. y *Ulmus glabra* Huds.

SINONIMIAS.

Ulmus minor Mill. = *U. campestris* auct., non L. = *U. carpinifolia* G. Suckow = *U. glabra* Mill. non Huds = *U. foliacea* s. Hayek.

Ulmus glabra Huds. = *U. scabra* Mill. = *U. montana* With. = *U. montana* Smith.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

Zumarr, escurr (País Vasco).

Olmo común, álamo negro, negrillo (para el *U. minor*).

Olmo de montaña (para el *U. glabra*).

Om (Cataluña).

Llameda, lamera (Asturias).

Llamagueiro, ulmeiro (Galicia).

NOMBRES EXTRANJEROS.

Orme (francés).

Ulme (alemán).

Elm (inglés).

DISTRIBUCIÓN EN ESPAÑA.

El área de distribución original del **olmo común** (*U. minor*) es difícil de definir, dada su gran expansión por la acción humana. Se extiende, espontáneo o con visos de ello, por Andalucía, las dos Castillas, Extremadura y Aragón, especialmente en todo el área de mesetas y lagos terciarios. Si se prescinde de la espontaneidad, lo hay en toda la Península. No forma montes extendidos, pero sí rodales o galerías. En las zonas Sur y Levante es escaso y disperso. Habita también en Mallorca, Menorca e Ibiza. En las zonas áridas del Sureste casi no se encuentra.

El **olmo de montaña** (*U. glabra*) es mucho más raro que el anterior y se extiende, en ejemplares aislados, por las montañas de la mitad Norte, especialmente en el Pirineo catalán, y en Huesca, Asturias y Galicia. Puede llegar a internarse hasta Cuenca.

Para el aprovechamiento de madera los turnos son de entre 80 y 120 años, pues los olmos jóvenes no tienen duramen y los viejos terminan ahuecados y podridos.

DESCRIPCIÓN DEL FUSTE.

El **olmo común** es un árbol que llega hasta los 15-20 m. de altura con 1-1.5 m de diámetro normal. El tronco es grueso, lleno, recto, elevado y cilíndrico, de sección prácticamente circular, en los árboles no modificados por la poda o tala.

El crecimiento es relativamente rápido los primeros 70 u 80 años, retardándose luego.

El **olmo de montaña** puede llegar hasta los 25 m. de talla y 0.80 m. de diámetro normal. Su tronco es también elevado, recto y grueso, pero es más cilíndrico y esbelto.

Foto 26: Aspecto de una pequeña olmeda en la provincia de Toledo



DESCRIPCIÓN DE LAS TROZAS.

Las trozas presentan buena conformación general. Son derechas y bastante cilíndricas. La sección transversal es regular y circular, con el corazón bien centrado.

Pueden presentar defectos por la presencia de **nudos**. De las cicatrices de poda en el fuste, el olmo emite abundantes ramillas medianamente persistentes que constituyen la **lupia**, de gran valor ornamental y muy apreciada en ebanistería.

En la actualidad, se encuentra gravemente afectado por la propagación del hongo *Ceratocystis ulmi*, que provoca la **grafiosis**, enfermedad consistente en una trombosis de los vasos e intoxicación de las hojas y que suele terminar con la muerte del ejemplar. Los agentes transmisores de este hongo son escolítidos minadores.

También puede ser atacado por **virus** y **bacterias** que provocan flujos y tumores y debilitan los árboles haciéndolos más vulnerables al ataque de la **galeruca**, coleóptero cuyas picaduras constituyen uno de los defectos más importantes de esta madera.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

La **albura** se diferencia bien por su color blanco amarillento frente al color pardo claro o pardo-rojizo del **duramen**. Es mucho más abundante la albura en el olmo común que en el olmo de montaña.

Los **anillos de crecimiento** están bien marcados. La **fibra** suele tener trayectoria ondulada.

Los **vasos** se reúnen en bandas concéntricas y en la sección radial aparecen longitudinalmente en forma de surcos agrupados. Los de primavera forman anillos.

En el despiezo radial, los **radios leñosos** forman espejuelos finos y abundantes. En cambio, en el tangencial aparecen como irisaciones blanquecinas.

Foto 27: Aspecto macroscópico de la madera de olmo



El **parénquima** es muy visible, apreciándose en la sección transversal como bandas blancas onduladas, sobre fondo oscuro, paralelas a los anillos de crecimiento, mientras que en las caras aparece como líneas de varios milímetros de longitud con un tono más claro que la masa principal de la madera. Esta es la razón por la que el aspecto de ésta cambia de forma muy aparente cuando se modifica el ángulo de incidencia de la luz.

El **grano** es grueso en el caso del olmo de montaña y medio-basto en el olmo común. La **textura** es heterogénea en ambas especies.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA (F. Nájera y V. López (1969); A. Caperos y J.L. Serfaty, 1969)

1.- VASOS.

Se presentan en anillos porosos claramente definidos. Los de primavera son de gran diámetro y están dispuestos en bandas concéntricas de uno a dos elementos de espesor. Los de verano son de menor diámetro y se presentan en grupos aislados aunque la unión de estos grupos forman bandas discontinuas en sentido tangencial. Poseen punteaduras con reborde en círculos regulares y perforaciones en placas simples. Las características más importantes son las siguientes las indicadas en la tabla 28 (*U. minor*):

Tabla 28: Características de los vasos radios y fibras del olmo

Vasos	Numero por mm	variable
	Diámetro máximo (μ)	270-280
	Grosor medio de las paredes (μ)	8-10
Radios leñosos	Numero por mm	12-14
	Diámetro máximo (μ)	500-600
	Grosor medio de las paredes (μ)	70-90 (15 células)
Fibras	Longitud máxima, media y mínima (mm)	1,60-1,30-0,50
	Anchura máxima , media y mínima (μ)	28,0-19,5-12,0
	Espesor de la pared (μ)	-
	Relación longitud/anchura (esbeltez)	66,3
	Proporción de pared (%)	34,3

2.- RADIOS LEÑOSOS.

Presentan una trayectoria rectilínea hasta alcanzar la altura de los vasos de primavera, donde se curvan para bordearlos. Son homogéneos y mayoritariamente multiseriados. Los parámetros más significativos se indican en la tabla 28 (*U. minor*):

3.- FIBRAS.

Son de forma muy irregular. Sus características se indican en la tabla 28 (*O.Común*):

4.- PARÉNQUIMA.

El parénquima es paratraqueal y metatraqueal difuso. El paratraqueal se asocia a las traqueidas vasculares, que presentan engrosamientos espiralados.

5.- CONTENIDO CELULAR.

Pueden encontrarse sustancias protoplasmáticas solidificadas de color rojizo, abundantes en los radios leñosos.

Foto 28: Aspecto de la testa x4 aumentos

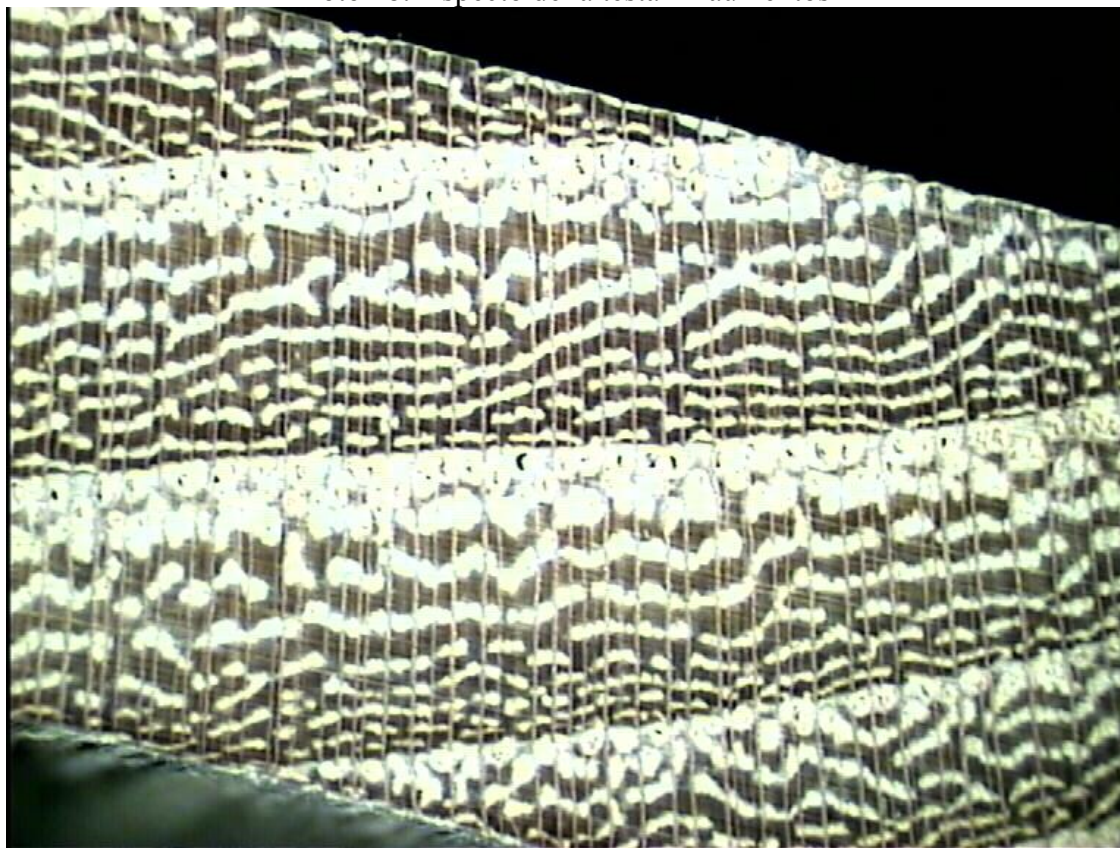
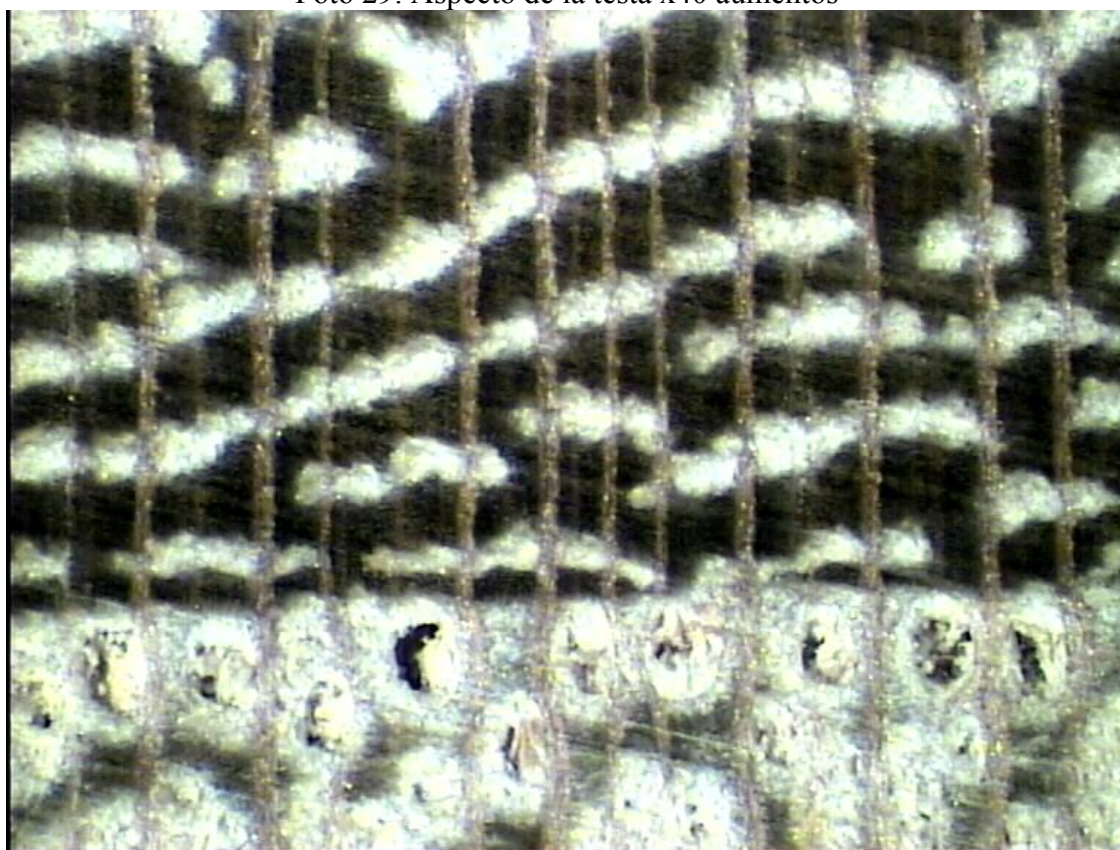


Foto 29: Aspecto de la testa x40 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS. (AITIM, nº15, 1.965)

Se indican en la tabla 29.

Tabla 29: Características fisicomecánicas del olmo

	Medio	Interpretación
Densidad normal. (gr/cm ³)	0.639	Semipesada
Dureza radial	6.27	Dura
Cota de dureza	16.62	Grande
Dureza tangencial	4.75	Semiblanda
Cota de dureza	12.51	Grande
Contracción volumétrica total	13.1	Media
Contracción lineal tangencial	8,3	-
Contracción lineal radial	4,6	-
Punto de saturación de la fibra	28	Bajo
Coeficiente de contracción volumétrica	0.48	Nerviosa
Coeficiente contracción tangencial	0.30	-
Coeficiente contracción radial	0.17	-
Relación c.c.tang./c.c.radl	1.76	-
Higroscopicidad	0.0038	Normal a fuerte
Flexión estática(kg/cm ²)	1145	Media
Cota de flexión	18.0	Media
Cota de rigidez	20.4	Elástica
Cota de tenacidad	2.9	Medianamente tenaz
Modulo de elasticidad	108000	
Trabajo unitario (kg*m/cm ²)	0.51	Resistente
Cota dinámica	1.29	Resistente
Compresión paralela a la fibra. (kg/cm ²)	403	Superior
Cota de calidad estática	6.3	Inferior
Hienda (kg/cm)	25	Mediana
Cota estática	0.39	Poco hendible
Tracción perpendicular a la fibra (radial) (kg/cm ²)	29	Media
Cota de calidad	0.45	
Tracción perp. A la fibra (tangenc.) (kg/cm ²)	25	Media
Cota de calidad	0.39	
Compresión perpendicular a la fibra (radial)(kg/cm ²)	109	
Cota de calidad	1.7	
Compresión perpendicular a la fibra (tangencial) (kg/cm ²)	107	
Cota de calidad	1.7	

DURABILIDAD.

Las características de durabilidad de la madera de olmo se resumen en la tabla 30

Tabla 30: Características de durabilidad de la madera de olmo

Durabilidad	Albura	Duramen
Hongos	No durable	Muy durable
Termita	No durable	No durable
Polilla	No durable	Muy durable
Carcoma fina	No durable	Muy durable
Carcoma gruesa	Muy durable	Muy durable
Resistencia a la luz	Media	

TRATABILIDAD.

La albura del olmo se puede clasificar como de permeabilidad regula, en cambio la permeabilidad del duramen es mala.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS. (R. Wagenfuhr y C. Scheiber, 1.974)

Las características químicas se resumen en la siguiente tabla, expresadas en porcentaje de peso seco:

Tabla 31: Características químicas de la madera de olmo

Holocelulosas				Lignina	Lignina	Ceniza
Celulosa	Pentosanos	Metil-pentosanos	Total		Grasas y ceras	
43.0	21.8	6.0	70.8	27.3	1.6	-

TECNOLOGÍA DE LA MADERA.

ASERRADO.

Los valores de dureza de la madera de olmo permiten su inclusión dentro de las maderas comerciales utilizables en operaciones mecanizadas, si bien deben tomarse las precauciones propias para el aserrado y despiece de maderas semiduras a duras.

En el aserrado, y en general en todas las operaciones de corte, debe tenerse en cuenta que es una madera bastante abrasiva, como consecuencia de los contenidos protoplasmáticos de las células de los radios leñosos.

TRATAMIENTOS.

No se tiene información sobre cédulas de tratamiento de esta madera, pero teniendo en cuenta su permeabilidad se puede asimilar a la del eucalipto.

DESENROLLO Y CHAPA A LA PLANA

Es una madera difícil de desenrollar. La textura irregular, el grano basto, la fibra ondulada, su relativa dureza y su abrasividad, dificultan enormemente esta operación. Para ejecutarla, es imprescindible un vaporizado previo, a temperatura de alrededor de 80°C, mantenida al menos 12 horas.

SECADO.

La cédula de secado para el olmo común (U. minor) es la siguiente (L.M.Fiske, 1.967).

Tabla 32: Cédula de secado de la madera del olmo común de hasta 4 cm de grueso

H (%)	T _S (°C)	T _H (°C)	H _R (%)	D _H (°C)	H.E.H. (%)	G
Verde	48.5	44.0	75	4.5	13.3	4.5
60-40	48.5	44.0	70	4.5	13.3	4.5
40-30	51.5	42.5	60	9.0	9.4	4.2
30-25	54.5	42.5	50	12.0	7.5	4.0
25-20	60.0	45.5	45	14.5	6.6	3.8
20-15	68.0	50.0	40	18.0	5.5	3.6
15-H _j	76.5	54.5	40	22.0	4.3	3.5

(*)Para evitar gradientes excesivos, cuando se seca madera de grosor 4-7.5 cm., la HR debe estar un 5% más alta que la señalada en cada etapa por la correspondiente cédula, y un 10% si la madera tiene un grosor de más de 7.5 cm.

La cédula correspondiente al olmo de montaña (*U. glabra*) es un poco diferente, pues conviene reducir la temperatura y aumentar el gradiente de secado:

Tabla 33: Cédula de secado de la madera de olmo montaña de hasta 4 cm de grueso

H (%)	T _S (°C)	T _H (°C)	H _R (%)	D _H (°C)	H.E.H. (%)	G
Verde	35.0	30.0	70	5.0	12.3	
60-40	35.0	29.5	60	5.5	10.3	5.8
40-30	38.0	28.0	50	10.0	8.5	4.7
30-20	43.5	29.5	40	14.0	6.8	4.4
20-15	48.5	29.5	35	19.0	5.9	3.4
15-H _j	60.0	38	30	22.0	4.8	3.1

(*)Para evitar gradientes excesivos, cuando se seca madera de grosor 4-7.5 cm., la HR debe estar un 5% más alta que la señalada en cada etapa por la correspondiente cédula, y un 10% si la madera tiene un grosor de más de 7.5 cm.

Siendo:

H: Porcentaje de humedad de la madera más húmeda en el lado de entrada del aire, por el que se van a regir los cambios.

T_S : Temperatura del bulbo seco.

T_H : Temperatura del bulbo húmedo.

D_H : Depresión del bulbo húmedo ($D_H = T_S - T_H$)

H_R : Humedad relativa del aire.

H_j : Porcentaje de humedad de la madera.

H.E.H.: Humedad de equilibrio higroscópico.

G : Gradiente de humedad ($G = H_j / H.E.H.$).

CEPILLADO Y MOLDURADO.

La fibra ondulada, el grano basto y hacen que esta operación produzca repelo, situación que dificulta enormemente la operaciones posteriores.

CURVADO.

Es una madera elástica y resistente a compresión por lo que se curva sin dificultad.

UNIONES

La mecanización de las uniones tiene los mismos problemas que el cepillado, quedando las superficies con repelo y por tanto mal dispuestas para su encolado.

CLAVADO Y ATORNILLADO.

Es una madera poco hendible por lo que se clava y atornilla con dificultad. La tendencia a rajarse es mínima.

ENCOLADO.

Es una operación que en sí no tiene dificultades, al no existir incompatibilidades con ningún tipo de cola. El único problema se produce con la superficie mecanizada para realizar la unión.

Conviene que en el fraguado se apliquen presiones elevadas.

LIJADO.

Es una operación complicada debido al abundante repelo, a la resistencia al desgaste que tiene la madera y su grano basto. Esto obliga a iniciar el lijado con lijas de granos muy gruesos y seguir una secuencia muy lenta.

ACABADO.

Es una madera que no tiene facilidad de tintado, por las distintas absorciones que puede presentar su superficie. En cambio, permite, como al resto de las maderas de poro agrupado, realizar patinados que aumentan la belleza de la madera.

ASTILLADO Y DESFIBRADO.

La dureza y abrasividad de esta madera dificulta esta operación.

LEJIACIÓN.

La poca permeabilidad de esta madera dificulta el proceso, por lo que para ejecutarse correctamente se necesitaría más presión y temperatura.

APLICACIONES.

POSTES, APEAS Y ESTACAS.

Su contracción volumétrica media-alta y su propio porte impiden el uso de la madera de olmo para la fabricación de postes. Sin embargo, es una madera muy adecuada para la construcción de apeas y estacas, por su resistencia y durabilidad.

Al ser la madera de olmo excepcionalmente durable cuando está sumergida en agua, sus aplicaciones como pilotes tienen excepcional valor.

MADERA MACIZA.

La dificultad de secado y en general de trabajabilidad de esta madera hacen que sea poco apreciada para destinos tales como los muebles y la carpintería.

Independientemente de esta dificultad de trabajo, la belleza de la palomilla que forman las células de parénquima de esta madera puede hacer posible su utilización, tanto en mueble como en carpintería. Su elevado coeficiente de contracción volumétrica, sólo la aconsejaría en piezas estrechas o en forma de tablero alistonado o perfiles laminados. Bajo ambas formas, daría buen resultado en las aplicaciones de exterior.

Es una madera buena para la construcción, debido a los valores de sus cotas mecánicas y a su durabilidad. Por la misma razón, es especialmente apta para construcciones navales.

Fue la madera más apreciada para carretería, en especial la de duramen, que es de durabilidad igual a la del roble, pero más resistente a la abrasión. Se utiliza también para piezas que han de sufrir golpes y rozamientos.

Se buscó mucho para entarugar habitaciones. Hoy se utiliza algo en la preparación de parquet.

El olmo de montaña se aprecia mucho menos en las mismas aplicaciones, pues el porcentaje de albura es mayor.

CHAPA Y TABLERO CONTRACHAPADO

Las lupias de la madera de olmo son muy apreciadas para el revestimiento de tableros de todo tipo, en la industria del mueble.

OTROS USOS.

Tiene un gran valor ornamental. Además, se trata de un árbol que tolera bien el polvo, el calor y los humos, por lo que ha sido ampliamente difundido por el hombre y utilizado en huertas, sotos y carreteras, paseos y calles.

La leña y el carbón de olmo son de calidad mediana. El ramón es muy bueno para el ganado. La corteza de los pies jóvenes, en tiras, sirve para hacer cuerdas y aros de barriles. Diversas partes de las plantas tienen propiedades medicinales.

El follaje del olmo de montaña puede emplearse como forraje de buena calidad en veranos secos y de escasa hierba.

ESPECIE: **Acacia**

NOMBRE CIENTÍFICO *Robinia pseudoacacia* L.

FAMILIA: Leguminosae.

SUBFAMILIA: Faboideae.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

Acacia. Falsa acacia, Robinia, Locust, Black Locust, Yellow Locust (EEUU),

DISTRIBUCIÓN EN ESPAÑA.

Se extiende espontáneamente por la región atlántica de los Estados Unidos de América, desde Pensilvania a Georgia. Actualmente se ha difundido por Europa desde el Mediterráneo al Sur de Suecia, y por el Norte de África, Asia Suroccidental y Oriental y Nueva Zelanda.

En España es muy frecuente en parques y jardines.

DESCRIPCIÓN DEL FUSTE.

Árbol espinoso que, aislado, puede alcanzar 22-27 m de talla.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

Anillos de crecimiento medianamente diferenciados. La madera tardía es estrecha y de color pardo oscuro, mientras que la madera de primavera es ancha, muy irregular en tamaño, de un color amarillo verdoso en la albura, que cambia a amarillo grisáceo tras el apeo. Mantiene **vetas** longitudinales de color amarillo más intenso.

Albura y **duramen** bien diferenciados, siendo la primera muy estrecha, de 1 a 2 cm de anchura.

Los **vasos** de primavera son muy visibles, aparecen en la sección transversal formando bandas agrupadas al inicio del anillo y dan un aspecto de color blanquecino.

El parénquima es también muy visible. Se aprecia en la sección transversal como puntos claros sobre fondo oscuro, casi continuos, paralelos a los anillos de crecimiento. En las caras aparece como líneas de varios milímetros de longitud, con un tono más claro, que hace que cambie el aspecto de ésta cuando varía el ángulo de incidencia de la luz. Recuerda en cierta forma a la madera de olmo, aunque el contraste es menos aparente.

Posee **fibras** rectas muy apretadas de color más oscuro que el resto de los tejidos que forman la masa principal.

Posee un **brillo** natural característico. Se oscurece con la exposición al aire y a la luz.

No tiene **olor** ni **sabor** significativos.

Foto 30: Aspecto macroscópico de la madera de acacia



DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA.

1. VASOS

En el corte transversal, los vasos aparecen dispuestos en anillos porosos. Los de primavera se agrupan formando bandas concéntricas de dos a tres unidades que van disminuyendo de tamaño a medida que avanzan hacia la zona de otoño. Su distribución es muy irregular por el resto del anillo de crecimiento, presentándose aislados y en grupos caprichosos como consecuencia de la orientación de sus tabiques. Esta especie se caracteriza por su abundancia de tylos. En el corte tangencial pueden apreciarse engrosamientos helicoidales.

En la tabla 34 se indican sus principales características.

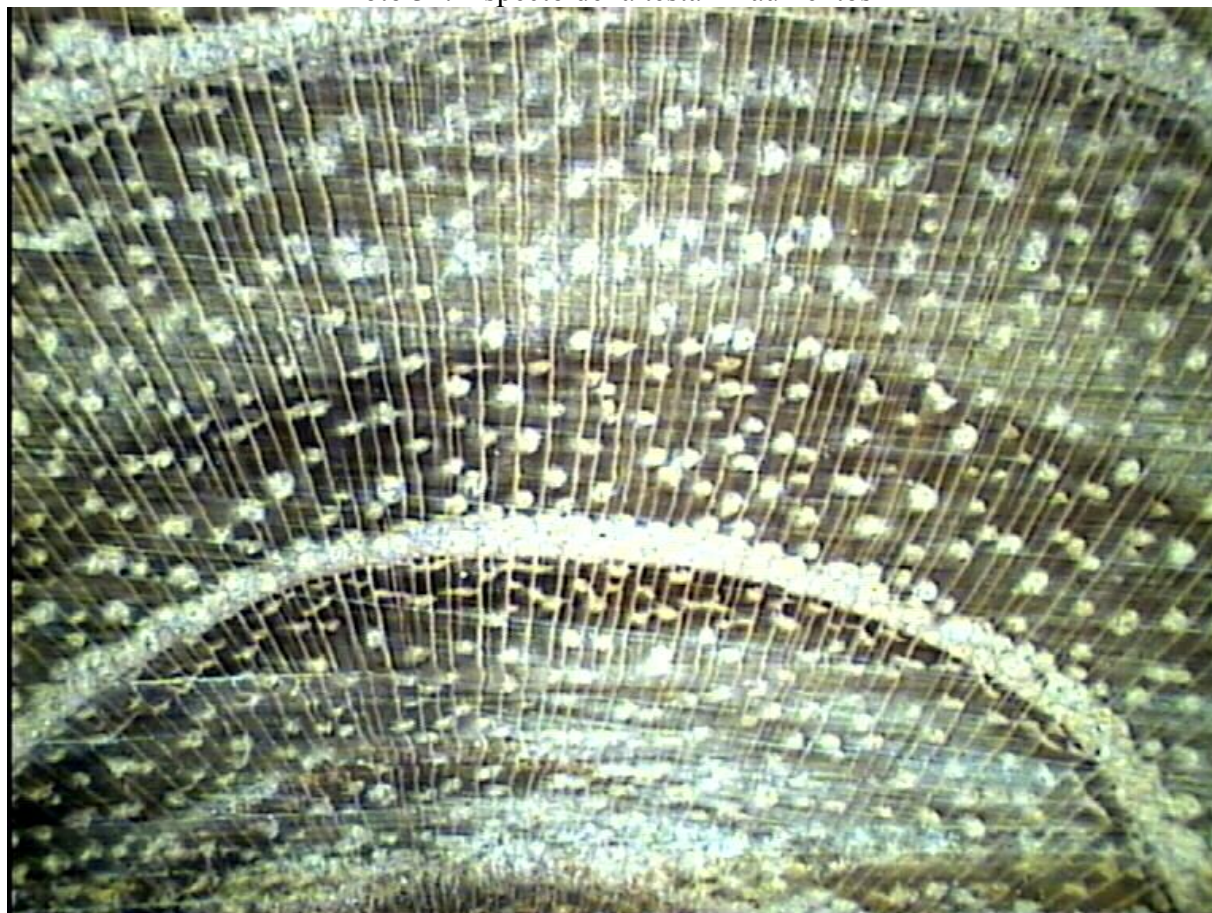
Tabla 34: Características de los vasos radios y fibras de la acacia

Vasos	Numero por mm	25-30
	Diámetro máximo (μ)	250-280
	Grosor medio de las paredes (μ)	4-5
	Perforaciones	Simple con paredes gruesas
	Punteaduras	Sencillas, de forma elíptica y areola poligonal
Radios leñosos	Numero por mm	6-7
	Diámetro máximo (μ)	1300-1500
	Grosor medio de las paredes (μ)	60-70
Fibras	Diámetro máximo (μ)	15-20
	Espesor de la pared (μ)	6-8

2. RADIOS LEÑOSOS.

Los radios leñosos suelen tener en la sección transversal una trayectoria ligeramente ondulada bordeando los grandes vasos, a veces hasta formar un semicírculo. Son bastante homogéneos y de 1 a 4 células de espesor. En la tabla 121 se indican sus principales parámetros

Foto 31: Aspecto de la testa x4 aumentos



3. FIBRAS.

Las fibras son de forma poligonal con escasa luz. Las que forman el límite terminal del anillo son rectangulares con los lados de mayor longitud en sentido tangencial. En el corte tangencial se aprecia que su trayectoria es ondulada y que frecuentemente se entrelazan. En la tabla 34 se indican sus principales parámetros.

No existen traqueidas ni fibrotraqueidas.

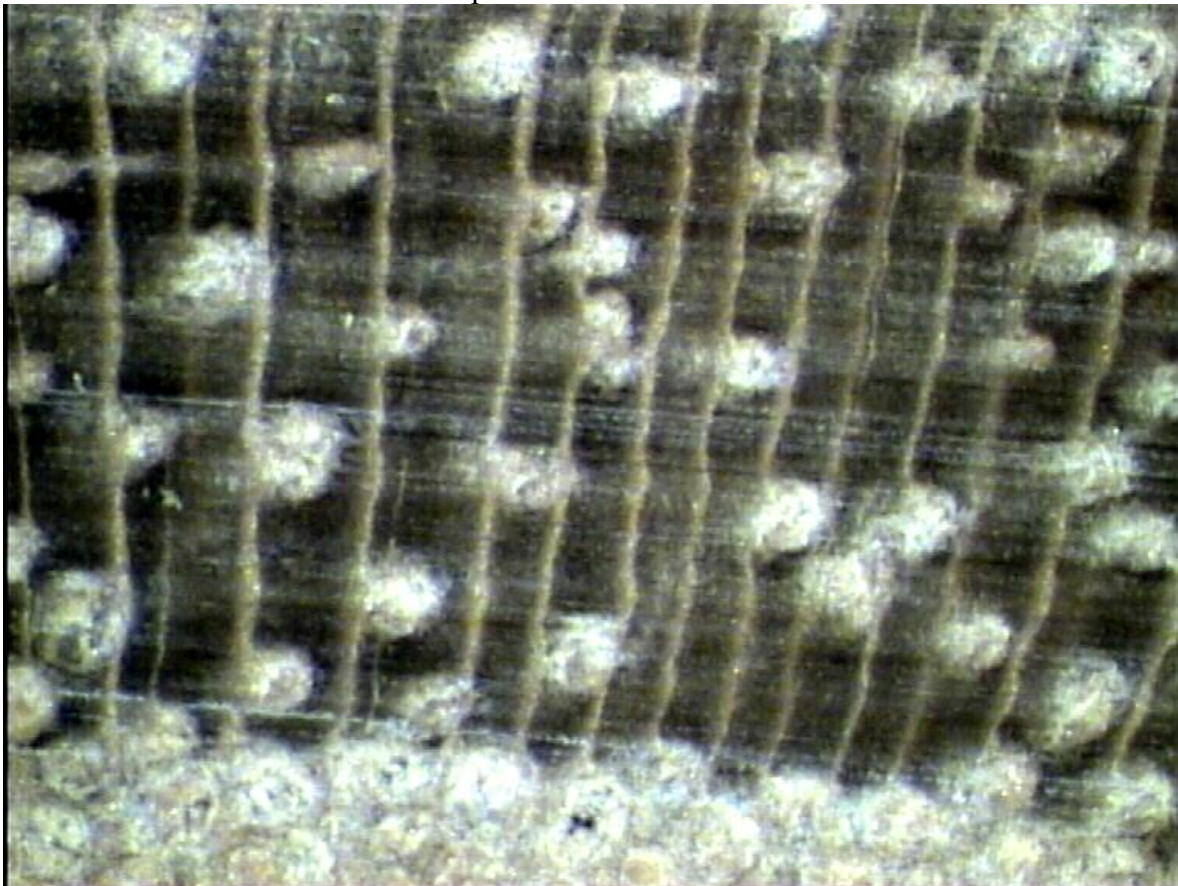
4. PARÉNQUIMA.

El parénquima es paratraqueal, paratraqueal confluyente y terminal.

5. CONTENIDO CELULAR.

Es muy frecuente que aparezcan abundantes *tyllos* en todo el sistema vascular, y fragmentos de protoplasma solidificado de color pardo oscuro en un número reducido de células de radios leñosos.

Foto 32: Aspecto de la testa x40 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS. (F. Nájera y V. López, 1.969, R. Wagenfuhr y C. Scheiber, 1.974, H. Alvarez y J.I. Fernández Golfín, 1.996).

En la tabla 35 se indican las principales características fisicomecánicas de la madera de acacia.

Tabla 35: Características fisicomecánicas de la madera de acacia

PARÁMETROS	Medio	Interpretación
Densidad normal (gr/cm ³)	0.77	Semipesada
Dureza	4,5	Dura
Cota de dureza	7,5	Grande
Contracción volumétrica total	11,4	Media
Contracción lineal tangencial	6,9	-
Contracción lineal radial	4,4	-
Punto de saturación de la fibra	30	Bajo
Coeficiente de contracción volumétrica	0.38	Nerviosa
Coeficiente contracción tangencial	0.23	-
Coeficiente contracción radial	0.15	-
Relación c.c.tang./c.c.radl	1.54	-
Higroscopicidad	0.0039	Normal-fuerte
Flexión estática (kg/cm ²)	1360	Media
Cota de flexión	22,7	Alta
Cota de rigidez	21,1	Elástica
Cota de tenacidad	2.9	Medianamente tenaz
Modulo de elasticidad	113.000	
Trabajo unitario (kg*m/cm ²)	1,35	Resistente
Cota dinámica	1.46	Resistente
Compresión paralela a la fibra. (kg/cm ²)	760	Superior
Cota de calidad estática	8,0	Mediana
Tracción perpendicular a la fibra (radial) (kg/cm ²)	43	Media
Cota de calidad	0.56	Muy adherente
Tracción perp. A la fibra (tangenc.) (kg/cm ²)	31	Media
Cota de calidad	0.40	Media
Compresión perpendicular a la fibra (radial)(kg/cm ²)	159	
Cota de calidad	2,1	
Compresión perpendicular a la fibra (tang.) (kg/cm ²)	171	
Cota de calidad	2,2	

DURABILIDAD.

La madera de robinia es considerada como muy durable, sobre todo respecto al ataque de hongos.

TRATABILIDAD.

La permeabilidad de la albura es mala y la del duramen nula. Por ello, ambos elementos son muy difíciles de tratar.

TECNOLOGÍA DE LA MADERA.

ASERRADO.

La relativa dureza y abrasividad, muy parecidas a las del olmo, hacen que disminuya el rendimiento de la maquinaria y provocan el desgaste de las sierras.

SECADO. (L.M. Fiske, 1.967)

El secado es lento. Existe tendencia a la aparición de deformaciones y de fendas de secado en superficies, caras y cantos. Las cédulas de secado recomendables se indican en la tabla 36

Tabla 36: Cédula de secado de la madera de acacia

TABLAS DE GROSOR 2,5, 3 y 4 cm						
H (%)	T _S (°C)	T _H (°C)	H _R (%)	D _H (°C)	H.E.H. (%)	G
> 30 %	49,0	46,0	85	3	16,3	1,84
30-25%	54,5	50,5	81	4	14,3	1,74
25-20%	60,0	54,0	73	6	11,5	1,74
20-15%	65,5	55,0	59	10,5	8,3	1,80
15-10%	82,0	62,5	41	19,5	5,0	2
10-H _j	82,0	54,5	26	27,5	3,5	
TABLAS DE GROSOR >5 cm.						
> 30 %	43,5	41,5	90	2	20,5	1,46
30-25%	49,0	46,5	88	2,5	19,5	1,28
25-20%	54,5	51,0	84	3,5	16	1,25
20-15%	60,0	54,5	75	5,5	12	1,25
15-10%	71,0	57,0	51	14	8	1,25
10-H _j	71,0	43,5	21	27,5	3	

Siendo:

H: Porcentaje de humedad de la madera más húmeda en el lado de entrada del aire, por el que se van a regir los cambios.

T_S : Temperatura del bulbo seco.

T_H : Temperatura del bulbo húmedo.

D_H : Depresión del bulbo húmedo ($D_H = T_S - T_H$)

H_R : Humedad relativa del aire.

H_j : Porcentaje de humedad de la madera.

H.E.H.: Humedad de equilibrio higroscópico..

G : Gradiente de humedad ($G = H_j / H.E.H.$).

TRATAMIENTOS.

Esta madera es muy difícil de tratar, aunque los tratamientos protectores no son muy necesarios, dada su elevada durabilidad natural.

DESENROLLO.

Por su dureza, la escasa relevancia de sus diámetros y el aspecto de la chapa resultante no es objeto de esta operación.

CEPILLADO, MOLDURADO, TORNEADO.

En general son operaciones que se realizan con dificultad por su relativa dureza, pero no causan mayores problemas.

CURVADO.

Presenta buenas propiedades para el curvado con vapor, por su grano, homogeneidad y por la resistencia a la compresión.

ENCOLADO.

Esta madera no presenta ningún tipo de problema a la hora de realizar uniones mediante encolado.

CLAVADO Y ATORNILLADO.

Debido a su dureza, es una madera difícil de clavar y atornillar, pero no tiene problemas de raja debido al valor de la resistencia a la tracción perpendicular a la fibra.

ACABADO.

Al igual que el olmo, es una madera difícil de tinter. Para que el barniz ancle perfectamente en la madera conviene no cerrar mucho el poro, no debiendo lijar con granos superiores a 150

ASTILLADO.

El astillado es problemático y requiere una gran potencia de la máquina. La elevada dureza de la madera produce un elevado desgaste de las herramientas.

APLICACIONES.

ESTACAS.

Es el principal mercado de la especie. La excepcional dureza y la producción de pequeñas dimensiones característica de sus masas forestales la convierten en una materia ideal para este uso.

La madera puede ser vendida en pie después de una estimación del número de piquetes que se pueden extraer de cada árbol. En las masas españolas no se conoce la posibilidad aunque debe ser similar a la de Francia (5,5 m³/ha/año) cifra nada despreciables habida cuenta de los escasos tratamientos que se le aplican.

La venta también puede hacerse por unidades. En este caso los piquetes son fabricados en las parcelas del propietario para poner en el mercado un producto de mayor valor añadido.

La madera puede ser transformada durante la corta. Los procesos que sigue son: apeo, tronzado, rajado, puntado y descortezado. Se utilizan motosierras, cuñas, hachas, descortezadoras y punteadoras. Las operaciones de despuntado y descortezado se suelen hacer en talleres cercanos que dispongan de sitio para almacenar los piquetes. Aquellos piquetes con hiendas producidas en el proceso de fabricación manual generalmente son más apreciados por su mejor resistencia a las alteraciones.

La madera puede ser extraída, cortada en longitud y transportada a un aserradero para ser dividida en trozas. Allí se clasifican en virtud de sus dimensiones, condicionando así los tamaños de piquetes resultantes. Este método de transformación, que cada vez es más frecuente, permite responder más deprisa a las necesidades del mercado. Sin embargo los piquetes son menos resistentes puesto que las fibras son cortadas por la lámina de la sierra.

En Navarra y País Vasco se utiliza el piquete para conformar los cercados de pastizales y repoblaciones. Los primeros, de carácter permanente, requieren su sustitución cada 20 años. Los segundos, una vez que la repoblación ha crecido, están a salvo del ganado y no se vuelve a cerrar.

La vida media de una estaca oscila entre 20 y 40 años. Resiste bien al suelo, al aire y a la humedad, pero sufre una alteración más acusada al nivel del cuello.

Algunos ganaderos han comenzado a utilizar piquetes de metal u hormigón. Sin embargo, estos empleos han sido puntuales y no se observa una evolución que ponga en peligro el mercado de piquetes.

POSTES Y APEAS.

La contracción volumétrica es del 10% lo que la hace admisible para esos usos. También es una madera con suficiente resistencia a la compresión. En su contra se puede argumentar que es una madera lo suficientemente pesada para dificultar su manipulación durante las operaciones de tratamiento y transporte.

CARPINTERÍA Y MUEBLES.

Aunque en la actualidad los piquetes son la principal aplicación de esta madera, sería conveniente encontrar otras utilidades adecuadas a sus cualidades: carpintería, estructuras, parquet, tejas, tablillas, adoquinados, muebles de jardín, etc.

El coeficiente de contracción volumétrica la convierte en una madera poco nerviosa y apta para la carpintería y la fabricación de muebles. La dificultad de secado y mecanizado supondrían un problema para su utilización, al que habría que unir la compleja obtención de un buen acabado en el caso de muebles de gran calidad. De cualquier forma, su durabilidad y relativa apariencia la hacen idónea para carpintería y muebles de exterior.

En carpintería de revestimientos sería especialmente indicada en parquet. La escasez de trozas suficientemente grandes, rectas y libres de nudos impiden su empleo generalizado, a pesar de su dureza y otras características idóneas para tal aplicación.

CARPINTERÍA ESTRUCTURAL.

El peso elevado y la dificultad del clavado hacen que la madera de robinia no se use frecuentemente para estos cometidos. Parte de la estructura de tejados y pilares de antiguos edificios de Navarra, disponen de traviesas de robinia que, aún hoy, se conservan en muy buen estado. Además, según Quer, en el siglo XVIII la mayoría de los edificios de Boston estaban hechos de esta madera.

OTRAS APLICACIONES

Es muy apreciada en carretería, tornería y juguetería. También se utiliza para aperos de labranza. Se ha empleado con óptimo resultado en construcciones navales, conducciones de agua, y en general, en trabajos hidráulicos, pues su comportamiento es excelente cuando está permanentemente sumergida.

Fue muy empleada hasta la última guerra en carrocería y carretería, con fines militares y en usos agrícolas. Era utilizada para la fabricación de barricas.

La dureza y el elevado peso de esta madera, así como el escaso volumen disponible hacen que no tenga más aplicaciones.

ESPECIE: Nogal

NOMBRE CIENTÍFICO: *Juglans regia* L.

ORDEN: Junglandales.

FAMILIA: Junglandaceae.

SUBFAMILIA: Junglandoidae.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

Giltzaurr, Eltzaurr, Intxaurr, Intxaust (euskera).

Nogal, Noguera, Nogal común, Nogal español (castellano).

Noguer (catalán).

NOMBRES EXTRANJEROS.

Noyer, Noyer común, Noyer de France (francés).

Noce, Noce comune, Noce d'Italia (italiano).

Walnut, English Walnut, Common walnut tree, Circassian walnut, European walnut (inglés).

Edel Walnus, Gemeiner Walnussbaum, Nussbaum, Germeine Walnuss, Deutscher Nusbaum (alemán).

Nogueira (portugués).

Opexoboe, iepebo (ruso).

ESPECIES AFINES.

Con características similares nos encontramos las siguientes especies:

Nogal negro americano (*Juglans nigra* L.).

Nogal ceniciento (*Juglans cinerea* L.).

Nogal de California (*Juglans californica* S. Wats).

Nogal picán (*Carya illinoensis*).

DISTRIBUCIÓN.

Se admite como área natural el SE de Europa (montañas de Yugoslavia, Albania, Grecia, Bulgaria...) y el Oeste de Asia, (Turquía, Armenia, Norte de Persia, Belutchistán, NO de la India e Himalaya). No obstante, el nogal es una especie que ha sido muy difundida desde la antigüedad habiendo sido introducido en las regiones templadas de Europa, Asia y Norte de África.

En España se extiende por todas las regiones. En el norte ocupa los pisos inferiores mientras que en el sur habita en las zonas montañosas. Vive principalmente en Galicia, Aragón, Cataluña, Andalucía y La Alcarria.

DESCRIPCIÓN DEL FUSTE.

La altura media se sitúa en torno a los 15 ó 20 m, pudiendo llegar a los 25 en casos excepcionales.

El fuste suele ser recto y estar limpio de ramificación en los primeros 2-4 m. Normalmente es cilíndrico, con poca conicidad. La sección es circular, a lo sumo aovada, sin costillas ni excrecencias, a no ser en los individuos muy añosos. El diámetro en la base puede llegar hasta los 2 m, e incluso sobrepasar los 5 m en algún ejemplar excepcional.

Foto 33: Aspecto de un nogal añoso con amplia bifurcación



CARACTERÍSTICAS DE LAS TROZAS

En consonancia con la descripción anterior, se puede dividir el fuste en dos tipos de trozas: las situadas por debajo de la cruz, es decir, desde la base hasta los primeros 3-4 m; y las que lo están por encima de ella, esto es, en las ramas principales. Las primeras son generalmente rectas, de

sección circular (aunque puede existir alguna costilla, excrecencia... Las segundas pueden curvarse, presentar cierta conicidad y una sección circular-elíptica, corazón descentrado, etc, como consecuencia de la madera de reacción. También pueden encontrarse nudos de tamaño grande por presencia de ramas.

Foto 34: Aspecto macroscópico de la madera de nogal



CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS.

Madera con **albura** y **duramen** claramente diferenciados. La albura es de color gris claro y el duramen pardo claro o pardo grisáceo. Presenta **vetas** de color oscuro, tirando a negro, que le dan un aspecto muy apreciado. Por cocción adquiere una tonalidad rojiza y un bello veteado al tiempo que aumenta su dureza.

Los **anillos** anuales son poco marcados aunque pueden distinguirse a simple vista. La **textura** es pequeña y presenta una transición brusca de la madera de primavera a la de otoño. Puede clasificarse como homogénea. El **grano** es fino.

La madera de nogal es de **porosidad** semidifusa, generalmente posee **vasos** pequeños y regularmente abundantes que aparecen aislados y agrupados por tabiques tangenciales.

Los **radios** leñosos aparecen en líneas más o menos discontinuas de color blanquecino con una separación aproximadamente igual al diámetro de los vasos. Son difícilmente visibles.

La masa más oscura de esta madera está formada por **fibras**, que dan la apariencia de un tejido de células apretadas no identificables a simple vista. Hay **parénquima** presente pero no se distingue macroscópicamente.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS.

1. VASOS.

Los vasos, en número de 4 a 8 por mm, aparecen aislados y en grupos radiales constituidos generalmente por dos o tres vasos, esporádicamente en series de mayor número. Su diámetro oscila entre 70 y 300 μ . El grosor de las paredes varía de 4 a 12 μ .

En la sección tangencial se aprecian punteaduras elípticas sencillas distribuidas en pisos.

2. RADIOS LEÑOSOS.

Los radios leñosos presentan forma de cuña en la sección transversal. En la longitudinal son unicelulares (con altura variable entre 40 a 300 μ y 12 μ de grosor) o bien multicelulares (de altura entre 150 a 350 μ y grosor que oscila entre 25 y 80 μ).

3. FIBRAS.

En la sección transversal tienen forma poligonal. Su diámetro máximo varía entre 50 y 60 μ y el grosor de las paredes entre de 8 a 1 μ . El diámetro de medio de la luz es alrededor de 40 μ .

En la sección tangencial muestran una clara trayectoria ondulada.

4. PARÉNQUIMA.

Aparece parénquima metatraqueal difuso en filas unicelulares cortas y en células aisladas en la zona terminal del anillo.

5. CONTENIDO CELULAR.

Existen sustancias protoplasmáticas solidificadas de color pardo oscuro en las células de los radios y en las del parénquima.

Foto 35: Aspecto de la testa x4 aumentos

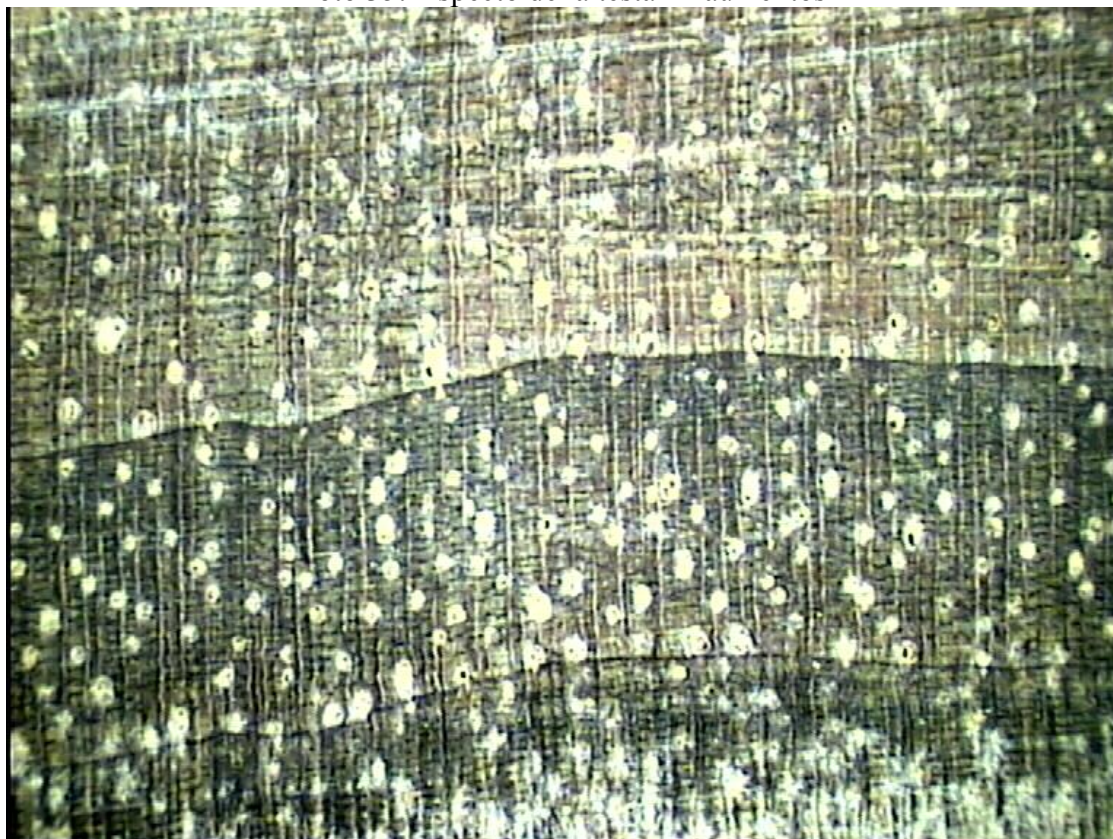
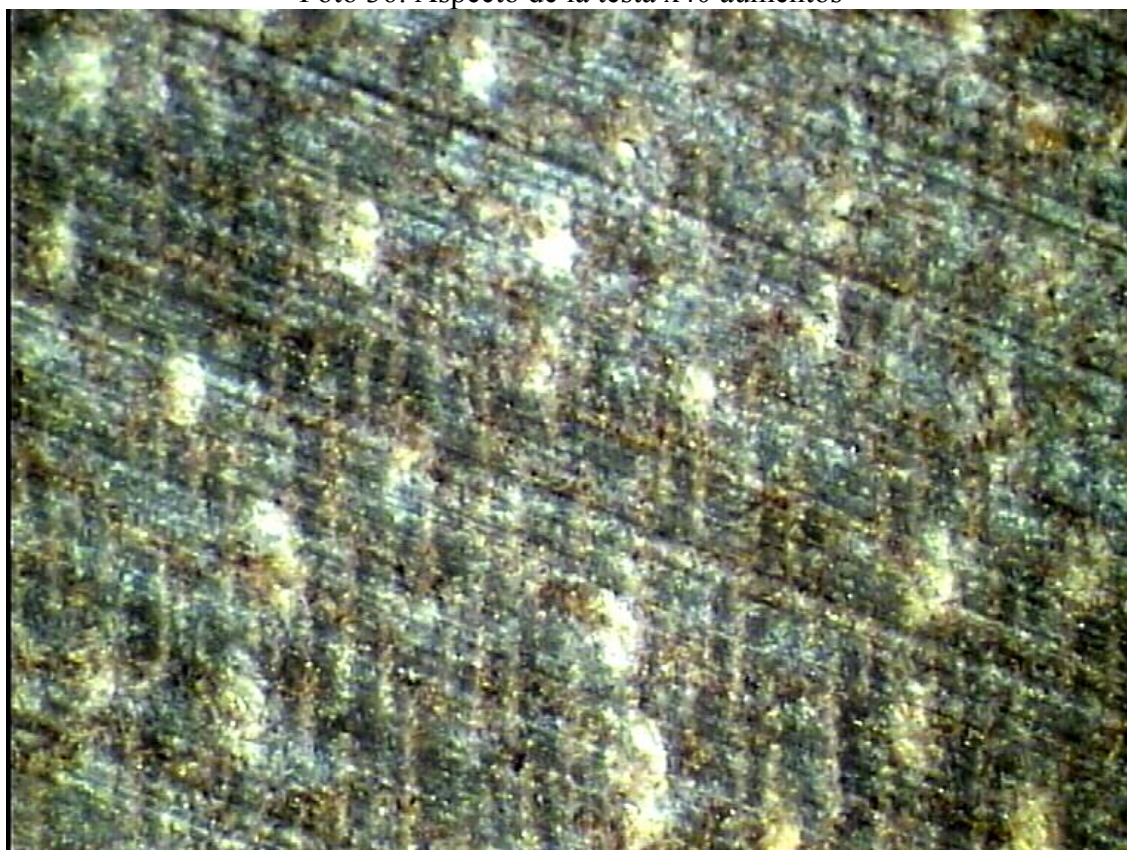


Foto 36: Aspecto de la testa x40 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS.

Se indican en la tabla 37

Tabla 37: Características fisicomecánicas de la madera de nogal

PARÁMETRO	Media	Interpretación
Densidad normal (12%)	0,651	Semipesada
Higroscopicidad	0,0033	Normal
Contracción tangencial total	4,24	Pequeña
Coef. Contracción tangencial	0,15	
Contracción radial total	2,28	Pequeña
Coef. Contracción radial	0,08	
Contracción volumétrica total	9,1	Volumétrica
Coef. Contracción volumétrica	0,34	Poco nerviosa
Punto de saturación	28	Normal
Dureza radial	6,08	Dura-semiblanda
Cota de dureza radial (n/d^2)	13,71	Alta
Dureza tangencial	3,26	Semiblanda
Cota de dureza tangencial (n'/d^2)	7,33	Mediana
Carga ruptura compresión axial (kg/cm^2)	359	Pequeña
Cota de calidad	5,5	Inferior
Carga rupt. Compresión radial (kg/cm^2)	201	
Cota de calidad	3,1	
Carga rupt. Comp. Tangencial (kg/cm^2)	126	
Cota de calidad	2,0	
Trabajo unitario flexión dinámica (kgm/cm^2)	0,47	Mediana
Cota dinámica	1,06	Mediana
Carga unit. Rupt. Flexión estática (kg)	1492	Mediana
Cota de rigidez	24,9	Elástica
Módulo de elasticidad	115.000	
Cota de flexión	23	
Cota de tenacidad	4,2	
Hienda. Resistencia unitaria	20	Mediana
Cota de laminabilidad	0,30	
Tracción tangencial: resistencia unitaria	31	Mediana
Cota de adherencia.	0,47	Alta
Tracción radial. Resistencia unitaria	29	Mediana
Cota de adherencia.	0,44	Mediana

DURABILIDAD.

La albura es susceptible de ser atacada por líctidos y por la carcoma fina (*Anobium punctatum*), que también ataca al duramen.

Desde el punto de vista de las alteraciones criptogámicas, el nogal es una madera medianamente durable. No obstante, es susceptible al ataque de un hongo de pudrición conocido como oreja de nogal (*Melanopus squamosis*).

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.

La composición química de la madera de nogal es la siguiente:

Tabla 38: Características químicas de la madera de nogal

PARÁMETRO		
Benzol-alcohol-extractos (%)		4,4
Extractos de éter Azúcares Completo	Lignina (%)	29,1
	Celulosa (%)	40,8
	Pentosanos (%)	12,6
Grupos acetílicos (%)		4,7-5,5
Ph		4,7
Ceniza (%)		0.82

TECNOLOGÍA DE LA MADERA

APEO

Es muy frecuente el destocado para aprovechar al máximo la madera. Por este motivo se evita realizar el corte a ras del suelo y se extrae el tronco una vez desramado.

ASERRADO

El nogal se asierra perfectamente. Los rendimientos obtenidos no son muy altos, debido a la dureza, la presencia de nudos, irregularidad de las trozas y otros defectos. Las piezas obtenidas se suelen comercializar en cachones, para su mejor rendimiento en la industria de la ebanistería a la que va destinada.

Las sierras de cinta utilizadas en este proceso deben tener los ángulos que se indican en la tabla 39.

Tabla 39: Características de los ángulos de las sierras de banda para el aserrado del nogal

	A. Ataque	A. Diente	A. Salida
S. Trabada	22	58	10
S. Recalcada	25	55	10

El equipo que se utiliza para aserrado es el clásico de sierra de carro, con equipo de banda, para poder girar la troza e ir sacando de cada pieza la mejor veta posible.

TRATAMIENTO.

Es bueno someter las trozas a tratamientos protectores para aumentar su durabilidad. Otro tratamiento de mejora de la calidad es la cocción. Con este proceso se aumenta la belleza del veteado (toma un color rojizo) y se incrementa su dureza.

SECADO.

Al aire, el nogal seca sin dificultad, pero la albura queda expuesta a la picadura de líctidos.

Las trozas son a menudo tratadas con vapor para limitar los daños del insecto.

El secado artificial es más fácil que el del roble, pero las trozas gruesas pueden presentar el fenómeno del "colapso". Para evitarlo es necesario comenzar el secado a una $T^a < 50^{\circ} \text{C}$.

Tabla 40: Cédula de secado del nogal en gruesos de hasta 4 cm

Hm (%)	Ts(°C)	Hr(%)	H.E.H. (%)	G
verde	48	85	17,5	
60	48	80	15	4
40	50	75	13	3
30	55	65	8	3
25	60	55	8,5	2,9
20	70	45	6,5	3
15	75	40	5,2	2,9

Siendo

Hm: Humedad de la madera

Ts: Temperatura del bulbo seco

Hr: Humedad relativa

H.E.H. : Humedad de Equilibrio Higroscópico de la madera con el aire

G: Gradiente (relación entre Hm y H.E.H.)

Además, las chapas se recubren de un plástico para mantener el calor de vaporización y así obtener el color rojizo ya señalado.

CEPILLADO.

Se cepilla sin más precauciones que la de considerar que es una madera semiblanda. Por su grano fino, la calidad de la superficie cepillada es muy buena. Sólo en el caso de las piezas que tienen la fibra ondulada se dan problemas de repelo, que deben solucionarse en el lijado de la madera.

TORNEADO.

Por la calidad de su grano, es una madera muy apta para el torneado, aunque el salto brusco de madera de otoño a primavera puede producir algún repelo. Aún así, la belleza de esta madera la convierte en materia frecuente en este tipo de operaciones.

UNIONES.

El encolado se realiza sin problemas ya que no contiene sustancias de impregnación que reaccionen con la cola. Acaso las alcalinas (a la caseína, por ejemplo) son susceptibles de dar manchas por reacción al tanino.

ACABADO.

Conviene aplicar el acabado después de aplicar granos de lija de 150 o 180, para facilitar el anclaje del barniz.

La madera toma perfectamente el tinte y puede ser barnizada con todos los productos existentes en el mercado.

No se aplican protectores UV porque el oscurecimiento provocado por la luz hace ganar en presencia a la madera.

LEJIACIÓN.

No se emplea la madera de nogal en este proceso, pues existen otras aplicaciones mucho más rentables. De cualquier forma, la lejiación se puede aplicar a casi todo tipo de maderas.

DESFIBRADO.

Como la madera de nogal es semiblanda, no parece muy adecuado utilizarla en el desfibrado, sobre todo si tenemos en cuenta la existencia de otras aplicaciones mucho más rentables.

ASTILLADO.

Al igual que en los apartados anteriores, no parece adecuado utilizar nogal en el astillado. De llevarse a cabo, se requeriría más potencia de lo normal y cuchillas con ángulos adecuados a la característica de madera semiblanda.

APLICACIONES

POSTES

La razón más importante para no utilizar el nogal en la industria preparadora de postes es la buena calidad de la madera para otras industrias. Otros condicionantes desfavorables son la escasez de fustes con dimensiones apropiadas, los problemas de durabilidad al aire libre y los defectos de conformación del fustes: nudos, costillas, ..

APEAS.

En este caso tampoco se utiliza la madera de nogal, más bien por problemas de excesiva calidad que por dimensiones.

APLICACIONES EN MADERA ASERRADA.

Muebles: El nogal es una madera muy apreciada para muebles debido a su bonito veteado y color, su estabilidad dimensional, por presentar unas propiedades mecánicas muy aptas para la industria del mueble y su excelente aptitud para el torneado, lijado, barnizado y otros procesos.

Carpintería interior: Como ya se ha indicado, el nogal es la madera ideal para carpintería porque presenta gran estabilidad dimensional, la flexión estática es adecuada para carpintería, en general, todas las propiedades mecánicas son adecuadas para la carpintería, salvo la presencia en algunas trozas de nudos y fibra torcida, que pueden traer algunos problemas de alabeo y se pinta y barniza estupendamente y puede admitir bien los productos que le confieren resistencia frente a los insectos xilófagos.

Dentro de la carpintería sus aplicaciones posibles son las siguientes:

Molduras: Muy utilizado por su belleza, favorecido veteado y gran aptitud para los procesos de carpintería fina.

Frisos: En decoración de interiores de lujo se recurre a las chapas planas de troncos añosos sobre todo. Estos productos, debido a su elevada demanda, presentan un precio muy caro.

Parquet: Ha sido utilizado por su belleza, aun a pesar de su no excesiva dureza.

Carpintería exterior, puertas y ventanas: No aguanta la intemperie en forma natural, pero con el tratamiento adecuado puede subsanarse esta pega. También incide negativamente el elevado precio.

Ambos aspectos reducen su ámbito de aplicación, prefiriendo en general su empleo en la carpintería de interior, que precisa mejor acabado y belleza.

Carpintería estructural: Tecnológicamente se puede utilizar el nogal tanto para madera laminada como aserrada. Sin embargo, la relación calidad precio no es la adecuada y se prefieren otras maderas como el pino o el roble.

Envases: El nogal es madera semipesada, no es de color blanco, aunque tiende a ser clara, presenta una resistencia al choque mediana y es semidura, todos ellos inconvenientes para esta aplicación.

Paletas: Presenta los mismos inconvenientes que la industria de envases.

En resumen, puede afirmarse que la mayoría de las partidas de madera de nogal se destinan a la fabricación de muebles antes que a otras industrias, ya que se elaboran productos en una elevada calidad, que adquieren muy buena aceptación en el mercado.

CHAPAS Y TABLERO CONTRACHAPADO

Para la fabricación de tablero contrachapado, el nogal no es una madera recomendable, debido a su dureza, la aparición de fibras onduladas y el paso brusco de madera de otoño a primavera.

Para la fabricación de chapa a la plana los problemas son los mismos, sólo que su cotización en el mercado hace rentable el desarrollo del proceso. Se emplea en revestimientos de todo tipo de tableros y son características las chapas de nogal de árboles añosos que presentan normalmente un veteado oscuro de gran belleza, el cuello de la raíz y la cruz de árboles grandes, que proporcionan la figura de la palma

Foto 37: Figura de la raíz y palma del nogal



TABLEROS DE PARTÍCULAS.

El encolado se realiza sin problemas pero el astillado se produce con dificultad.

TABLERO DE FIBRAS.

Es una madera semiblanda que no debe utilizarse ni en tableros de fibras duros, ni en tableros de fibras de densidad media.

PASTA DE PAPEL.

El porcentaje de celulosa es muy bajo (alrededor del 40%), por lo que resulta un despilfarro su utilización en este proceso.

OTRAS APLICACIONES.

Ha sido muy utilizado en ebanistería y artesanía de objetos pequeños.

Es muy importante la industria de armería que utiliza la madera de nogal para culatas de escopetas de caza.

En general se utiliza en todas aquellas piezas de madera de objetos de lujo.

ESPECIE: Eucalipto.

NOMBRE CIENTÍFICO. *Eucalyptus globulus* Labill.

FAMILIA: Myrtaceae

SINONIMIAS.

Eucalyptus cordata, Mig. *Eucalyptus delegatensis*, Dehn. *Eucalyptus diversifolia*, Mig. *Eucalyptus glauca*, D.C. *Eucalyptus perfoliata*, Desf.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

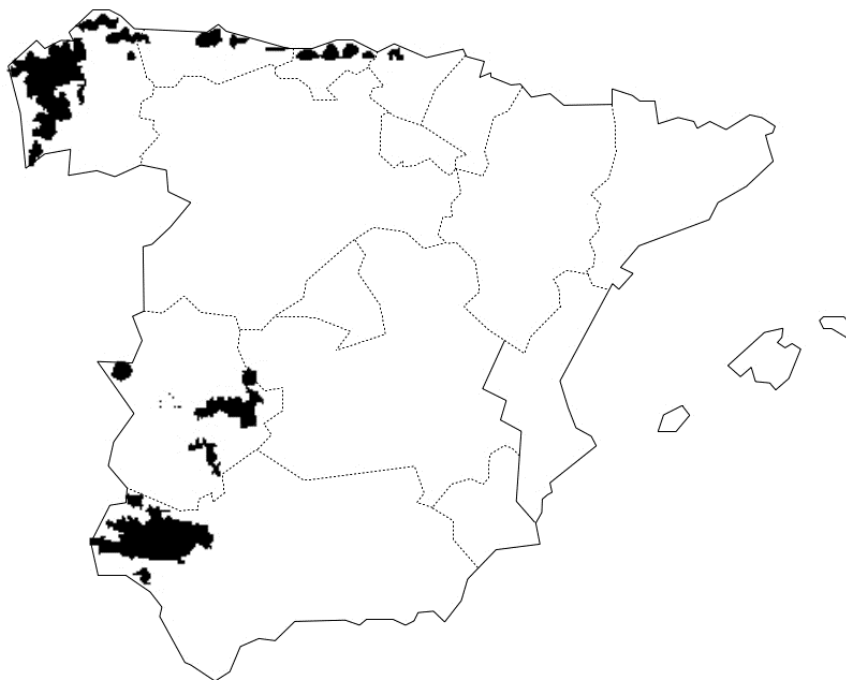
Eucalipto, eucalipto blanco, eucalipto azul.

DISTRIBUCIÓN EN ESPAÑA. (J. Ruiz de la Torre, 1.971)

Es una especie originaria del litoral SE y S de Tasmania, islas King y Flinders y de forma escasa en el S del estado de Victoria, en Australia. En la actualidad está considerada como la especie leñosa más difundida por el mundo, apareciendo en todos los continentes.

En España se encuentra principalmente en Galicia y la provincia de Huelva y en menor medida en la Cornisa Cantábrica y Extremadura.

Imagen 1: Distribución del eucalipto en España



DESCRIPCIÓN DEL FUSTE. (S. Vignote, 1.996).

En su zona originaria, el eucalipto puede llegar a los 50-55 m. de altura, aunque en nuestro país lo normal son alturas de 30-50 m y hasta 70 m en casos muy excepcionales. Su diámetro normal puede superar los 2 metros.

Su crecimiento es muy rápido, alcanzando fácilmente 35 m de altura y 40 cm de diámetro normal en apenas 25 años.

El tronco es recto, cilíndrico y ligeramente tableado. A partir de la edad de madurez (en Galicia de 30 años) forma contrafuertes redondeados.

Foto 38: Aspecto de las masas de eucalipto en Galicia



DESCRIPCIÓN DE LAS TROZAS.

De acuerdo a la descripción del fuste, las trozas son en general rectas, bastante cilíndricas, con un índice de conicidad del 6%, con ligera tableadura (6,5%) y una excentricidad del 6%.

Las primeras trozas no presentan nudos (que se concentran en la zona de la madera juvenil), pero sí fibra inclinada, generalmente a derechas, más oblicua cuanto mayor es la edad del árbol. Se han medido valores de pendiente de la fibra de más del 50%, pero lo normal son valores de entre el 5 y el 10%. En árboles de más de 20 años, empieza a observarse fibra ondulada. También es mayor el porcentaje cuanto mayor es la edad del eucalipto.

Una característica típica de esta especie son los extremados valores de las tensiones de crecimiento.

Foto 39: Efecto de las tensiones de crecimiento en las fendas en la testa



DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

La madera de *Eucalyptus globulus* presenta una **albura** visible, de color blanco rosado y un **duramen** de pardo amarillento a pardo rojizo. A veces aparecen vetas longitudinales acusadamente grises.

Los **anillos de crecimiento** se aprecian a simple vista. Normalmente corresponden a los años del árbol, aunque también aparecen anillos estacionales. El **veteado** de esta madera es muy pronunciado.

Foto 40: Aspecto macroscópico de la madera de eucalipto



La dirección de la **fibra** es bastante inclinada y frecuentemente entrelazada. En árboles maduros es fácil observar fibra ondulada, y por tanto la posibilidad de formar moquetas.

Los **vasos** destacan a simple vista y su disposición es difusa a semidifusa. La densidad de aparición es media.

Los **radios leñosos** no se aprecian a simple vista.

El **parénquima** aparece en la sección transversal como un conjunto de pequeñas manchas blanquecinas perivasculares.

La madera de eucalipto posee **grano** medio, **textura** gruesa, **brillo** natural alto pero no posee ni **olor** ni **sabor** significativo.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA. (F. Nájera y V. López, 1.969)

1.- VASOS.

Distribución difusa y aislada. De forma ovalada. Tylos presentes en un pequeño número de vasos. Paredes delgadas. Sus principales características se indican en la tabla 41.

Tabla 41: Características de los vasos radios y fibras del eucalipto

Vasos	Numero por mm	8-10
	Diámetro máximo (μ)	150-170
	Grosor medio de las paredes (μ)	3-4
	Perforaciones	Simples
	Punteaduras	Sencillas, de forma areola poligonal
Radios leñosos	Numero por mm	12-14
	Diámetro máximo (μ)	420-450
	Grosor medio de las paredes (μ)	14-16
Fibras	Longitud (mm)	De 0,7 (madera juvenil) a 1,1 (madera adulta)
	Diámetro máximo (μ)	10-12
	Espesor de la pared (μ)	4-6

2.- RADIOS LEÑOSOS.

Homogéneos y uniseriados, muy raramente biseriados. Trayectoria rectilínea, curvándose y bordeando los vasos al interponerse éstos en su trayectoria. Sus principales características se indican en la tabla 128

3.- FIBRA.

Fibras libriformes, de forma poligonal. Ligeramente ondulada y entrelazada. Fibrotraqueidas presentes muy escasas. Sus principales características se indican en la tabla 128

4.- PARÉNQUIMA.

Paratraqueal semiconfluyente y metatraqueal difuso en células aisladas.

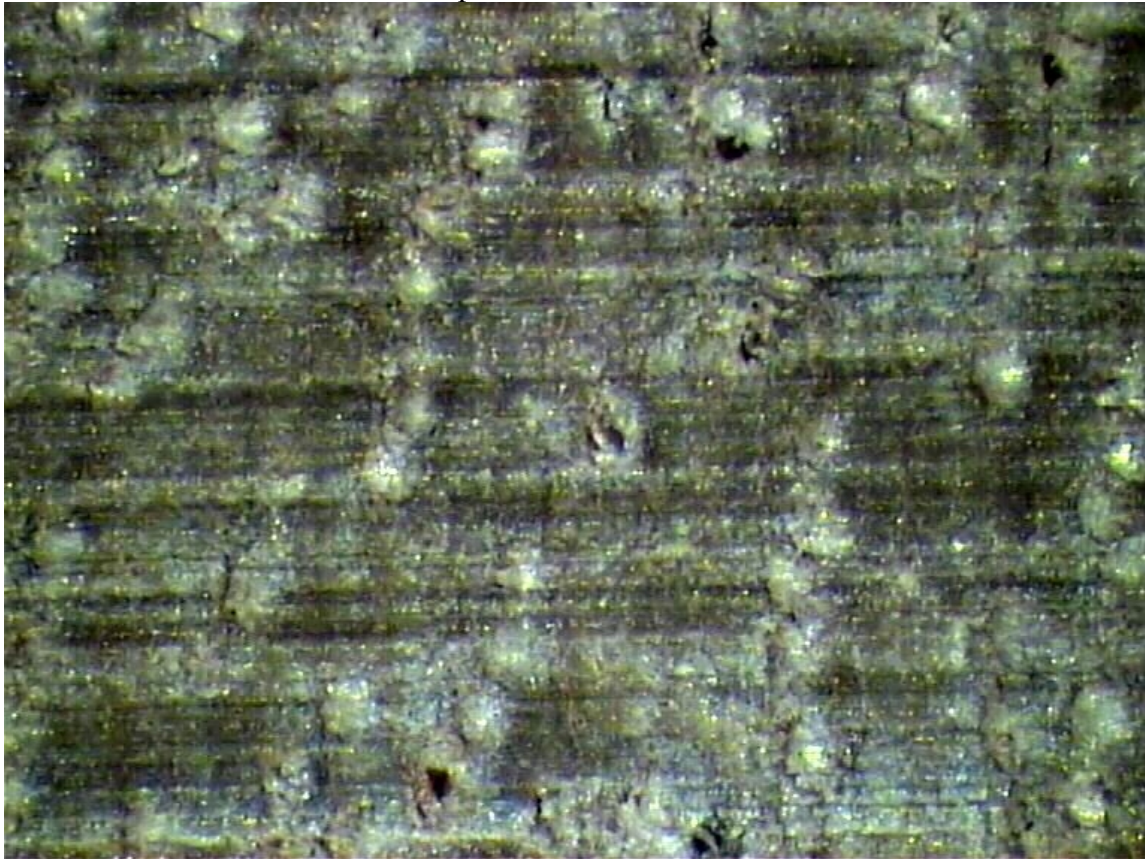
5.- CONTENIDO CELULAR.

Escasas sustancias protoplasmáticas de color pardo rojizo en parte de las células de los radios leñosos y en las de parénquima metatraqueal.

Foto 41: Aspecto de la testa x4 aumentos



Foto 42: Aspecto de la testa x40 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS. (J. Gerard, 1.994)

Al señalar las características, tanto mecánicas como físicas, debe tenerse en cuenta la enorme variación que existe en esta especie a lo largo de la sección del árbol. La zona próxima a la médula (de entre 75 a 100 mm.) es madera blanda, estable y poco resistente, mientras que la madera situada cerca del cambium es madera pesada, dura, muy nerviosa y resistente.

Las características físicas se indican en la tabla 42

Tabla 42: Características físicas de la madera de eucalipto

PARÁMETRO	Mínimo	Medio	Máximo	Desv.típica	Interpretación
Densidad normal (12%)	0,65	0,83	0,96	0,06	Pesada
Dureza		3,9		0,5	Semiblanda
Contracción volumétrica total	15	19,6	24	1,9	Alta
Punto de saturación de la fibra (%)		26,8			Bajo
Coef.de contracción volumétrico (%)		0,73		0,7	Muy nerviosa
Coef. Contracción tangencial (%)	0,28	0,44	0,55	0,67	
Coef. De contracción radial (%)	0,21	0,28	0,37	0,52	
Coef. De contracción axial (%)	0,004	0,015	0,022	0,003	
Relación entre cont. Tang y radial		1,57			Bajo

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS: (J. Gerard, 1.994)

Las características mecánicas se indican en la tabla 43.

Tabla 43: Características mecánicas de la madera de eucalipto

PARÁMETRO	Mínimo	Medio	áximo	Desv. Típica	Interpretación
Flexión estática (kg/cm ²)	1.76	1420	1632	220	Resistente
Cota de flexión		17,1			Mediana
Cota de tenacidad		1,22			Pequeña
Modulo de elasticidad	120.360	165.000	198.000	31.000	
Flexión dinámica (kgm/cm ²)	0,37	0,56	0,74	0,92	Mediana
Cota dinámica		0,92			Mediana
Compresión paralela la fibra (kg/cm ²)	559	760	887	110	Resistente
Cota de calidad estática		9,1			Alta
Cota de calidad específica		1,1			
Hienda (kg/cm)	19,5	23,0	28,3		Mediana
Cota de laminabilidad		0,27			Mediana
Tracción perp. A la fibra (kg/cm ²)	36	42	49		Mediana a alta
Cota de adherencia		0,50			Muy alta

VALORES CARACTERÍSTICOS DE RESISTENCIA. (F. Peraza, et al, 1.996)

El eucalipto está catalogado solo para gruesos de hasta 70 mm, según sus calidades ME-1 y ME-2, en las clases resistentes que se indican en la tabla 131.

Tabla 44: Clases resistentes de la madera estructural de eucalipto

CLASE DE CALIDAD	
Grueso < 70 mm	
ME-1	ME-2
D40	D35

Estas clases resistentes tienen los siguientes valores:

Tabla 45: Características mecánicas de la madera de pino laricio según sus valores resistentes

PROPIEDADES (Kg/cm ²)\CLASE RESISTENTE	D40	D35
Flexión	400	350
Tracción paralela	240	210
Tracción perpendicular	6	6
Compresión paralela	260	250
Compresión perpendicular	88	84
Cortante	38	34
Modulo de elasticidad paralelo medio	110.000	100.000
Módulo de elasticidad paralelo 5° percentil	94.000	87.000
Módulo de elasticidad perpendicular medio	7.500	6.900
Módulo cortante	7.000	6.500
Densidad característica en Kg/m ³	590	560
Densidad media en Kg/m ³	700	670

Los defectos característicos son las fendas de testa las fendas y la fibra en espiral.

DURABILIDAD. (F. Peraza, et al, 1.996)

El eucalipto es una especie poco durable para la clase de riesgo "D", en contacto con el suelo, como consecuencia de la degradación que sufre a causa de los hongos de pudrición, y en menor medida por termitas.

TRATABILIDAD.

La madera de eucalipto presenta un grado elevado de dificultad para su tratamiento. En el duramen resulta prácticamente imposible. Por otro lado, en la albura la simple inmersión necesita de más de 14 días para que las penetraciones y retenciones del producto sean un mínimamente eficaces, por lo que se aconseja tratamientos del tipo Inmersión caliente y fría o autoclave.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.

En la tabla siguiente se expresa la composición química de la madera y de la corteza de eucalipto, expresados en tanto por ciento sobre madera seca.

Tabla 46: Características químicas de la madera de eucalipto

PARÁMETROS	Madera	Corteza
Solubilidades: - En agua fría	1,5	14,2
- En agua caliente	2,4	16,2
- En NaOH al 1%	13,2	29,1
- En alcohol benceno	2,7	1,7
Furfural	13,7	10,8
Pentosanos	21,8	18,4
Celulosa de Cross-Bevan	64,3	--
Lignina	22,3	17,5
Hemicelulosas fácilmente hidrolizable	7,0	--
Hemicelulosas difícilmente hidrolizables	12,0	--
Celulosa pura	52,3	47,2
Holocelulosa	71,3	--
Cenizas	0,4	2,6

TECNOLOGÍA DE LA MADERA.

APEO, DESRAME, TRONZADO Y DESCORTEZADO.

Las especiales características de la madera de eucalipto exigen una tecnología específica para realizar estas operaciones. La existencia de altas tensiones de crecimiento y el peso elevado de los árboles (cuando éstos se destinan a la industria del aserrado y desenrollo), hacen que deban extremarse las precauciones durante el desarrollo de los procesos.

- El **apeo** debe buscar la caída natural del árbol, pues por su propio peso difícilmente se podría variar esta dirección. Dado el elevado espesor de la corteza, y su característica fibrosa, en árboles gruesos es importante realizar un descalce del árbol, tanto para aprovechar más cantidad de madera como para evitar desgaste e interrupciones innecesarias de la motosierra.

El corte de entalladura no tiene ninguna indicación en especial, pero el de apeo propiamente dicho debe hacerse de dentro hacia afuera, mediante un corte a mortaja. De esta forma se evita que en el interior de la troza se concentren todas las tensiones y se produzca la rotura de la madera.

- El **tronzado** debe retrasarse lo máximo posible, aunque siempre es necesario iniciarlo parcialmente a pie de tocón por razones de transporte. En el corte del tronzado se procede de la misma forma que en el apeo. En las zonas sometidas a flexión debe realizarse un corte a mortaja tras una pequeña incisión en la zona sometida a compresión.
- El **desramado** no tiene ninguna indicación especial, salvo que muchas ramas son aprovechables para la industria de pasta.
- El **descortezado** se realiza por procedimientos manuales en los primeros días después del apeo. Las trozas se resbalan con mucha facilidad, y pueden ser causas de accidentes en su manejo posterior. Pasados estos días, el descortezado, ya sea manual o mediante descortezadoras, se muestra complicado, pero no se ha podido establecer si realizar esta operación resulta más ventajoso que suprimirla.

ASERRADO.

El aserrado del eucalipto no es sencillo. Exige unos equipos adaptados al peso de las trozas y a las tensiones que se producen, y una técnica muy específica para responder adecuadamente a las deformaciones que suceden como consecuencia de las tensiones de crecimiento.

Equipo:

El equipo de aserrado debe ser especialmente robusto y potente. Si la sierra es de carro, éste debe tener 3 escuadras dotadas con garras hidráulicas que sujeten firmemente las trozas.

La herramienta debe estar adaptada a la dureza de la madera. La velocidad periférica de la herramienta debe situarse entre 40 y 50 m/s, salvo que tenga placa de metal duro. En ese caso puede aumentarse hasta 60 m/s.

- Sierra de banda: Interesa sierras con diente recalcado, con el paso pequeño y los siguientes ángulos:

Ataque: 25°

Ángulo del diente: 55°

Salida: 10°

- Sierra circular: El paso debe situarse en 35 mm, y los ángulos en los siguientes valores.

Ataque: 18°

Ángulo del diente: 57°

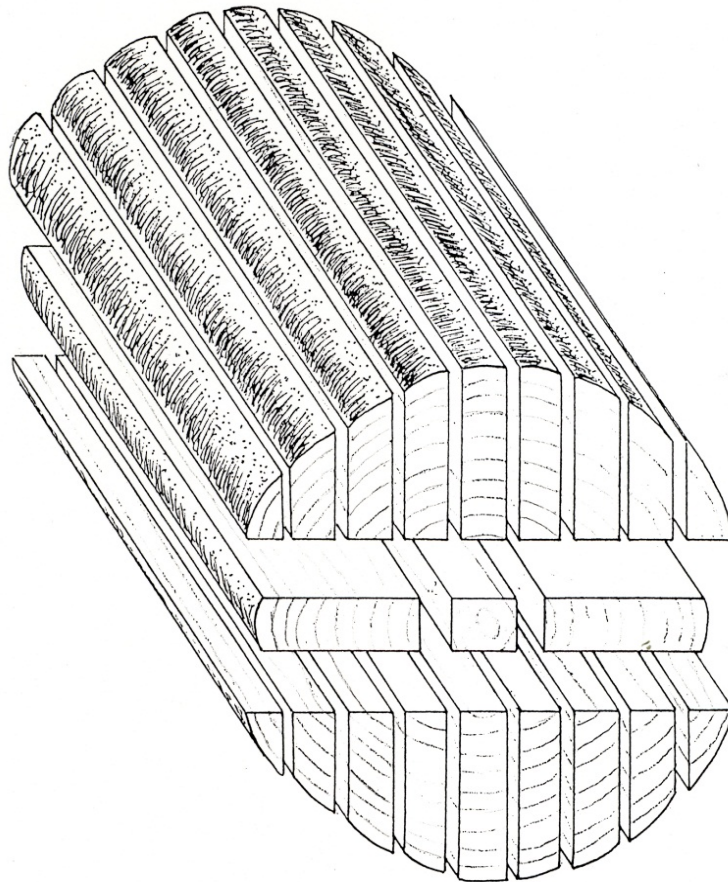
Salida: 15°

Despiece:

En el despiece deben tenerse en cuenta las siguientes deformaciones que se producen por las tensiones de crecimiento (véase esquema 8):

- Si se asierra tangencialmente, las tablas se alabea de cara.
- Si se asierra radialmente, las tablas se alabea de canto.
- Además, si las garras del carro no son lo suficientemente robustas, la pieza central se deforma. Por eso, antes del corte de la segunda tabla se debería realizar un corte de rectificación.

Esquema 1: Despiece del eucalipto



Ya que los alabeos de canto son menos problemáticos que los de cara, se debe buscar el aserrado radial. Para ello, los métodos idóneos son los indicados en la figura adjunta, que dependen del diámetro de la troza.

Además, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- El aserrado debe realizarse lo más rápidamente posible, después del apeo del árbol.
- La longitud de la troza no debe exceder de los 3 m para evitar que las deformaciones sean excesivas. El tronzado debe efectuarse un momento antes de iniciar el despiece.
- La posición de la troza para dar el primer corte es muy importante. Si la troza tiene fendas de testa conviene que el corte se realice alineado con dicha fenda. Si la troza está tableada, el primer corte se debe hacer de forma paralela o perpendicular al diámetro mayor.
- Debido a la gran diferencia existente entre la madera juvenil y el resto, y a que en esta parte de la troza se concentra gran parte de los defectos de la madera, conviene eliminar los 75 a 100 mm de madera alrededor de la médula y destinarlo a su trituración o a aserrados de escasa calidad.
- Cuando la deformación de la troza que se asierra supera los 3 mm conviene aplicar un corte de rectificación.

SECADO (F. Peraza, et al, 1.996)

Las tablas de eucalipto presentan una gran dificultad de secado. Primero, por su densidad, que obliga a emplear tiempos de secado muy elevados; segundo, por su elevada contracción volumétrica, que obliga a realizar el secado de manera muy lenta; y, sobre todo, por el riesgo de colapso que tiene esta madera.

Foto 43: Aspecto de tablas de eucalipto con cementado frecuente



El secado al aire es muy poco recomendable, porque es muy difícil bajar del 20% de humedad y porque el riesgo de colapso es muy grande, sobre todo si se inicia el secado durante el verano.

El secado en cámara es el más recomendable, siguiendo los programas que se indican a continuación:

Tabla 47: Cédula de secado del eucalipto

Humedad de la madera	Espesor <40 mm				Espesor de 40 a 75 mm			
	T	Hr	HEH	G	T	Hr	HEH	G
Verde a 35	35	82	17		35	87	20	
35 a 30	40	80	16	2,2	40	85	19	1,8
30 a 28	42	80	15	2	42	85	18	1,7
28 a 25	45	77	14	2	45	83	17	1,6
25 a 22	50	70	12	2,2	50	77	14	1,8
22 a 20	55	67	11	2,2	55	74	12	1,8
20 a 18	60	57	8,5	2,4	60	67	10	2
18 a 15	60	50	7,5	2,4	60	60	9	2
15 h. final	60	42	6	2,5	60	47	7	2,1

Para evitar el colapso, es necesario que previo al secado, propiamente dicho, se vaporice la madera, durante un tiempo de al menos 2 h por cm de grueso de las tablas.

Los tiempos aproximados de secado, según gruesos, son los siguientes:

Tabla 48: Tiempos de secado del eucalipto según sus espesores

Grueso (mm)	20	25	30	40	50	75
Tiempo (días)	18	25	32	45	63	108

El secado por vacío es muy recomendable, pero después de realizar un presecado en cámara. De esta forma los tiempos de secado se pueden reducir a menos de la mitad.

Por último indicar la frecuencia de que en el secado se secreten sustancias tánicas (bolsas de quino)

Foto 44: Bolsa de quino del eucalipto



TRATAMIENTO (J.A. Rodríguez Barreal, 1977)

El tratamiento del eucalipto cuando la madera va a estar expuesta a un riesgo de la clase 3 o 4 (riesgo de humedad intermitente o permanente) debe realizarse en autoclave siguiendo la siguiente cédula de tratamiento:

Tabla 49: Cédula de tratamiento de eucalipto con gruesos entre 6 y 6 cm

Producto protector	Sistema de tratamiento	Fases del tratamiento	Retención alcanzada
Sal (Tanalith C al 3%)	Vacío-Vacío	Vacío de 570 mm/Hg de 12 a 15 min Inmersión producto de 20 a 24 min Vacío de 500 a 550 mm/Hg 20 min	8 Kg/m ³
Orgánico (Vac-sol)	Vacío-Vacío	Vacío de 450 a 500 mm/Hg de 12 a 15 min Inmersión producto de 15 a 18 min Vacío de 600 mm/Hg 30 min	22 a 25 Kg/m ³

DESENROLLO (F. Peraza, et al, 1.996)

El desenrollo se puede realizar sin excesivas dificultades, siempre y cuando se tenga en cuenta las siguientes consideraciones:

- El tiempo transcurrido entre el apeo y la operación de desenrollo debe ser el mínimo posible, tanto para facilitar la operación en sí misma como para que disminuya el porcentaje de piezas defectuosas.
- Pueden realizarse pretratamientos de la madera por vaporización. Esta operación facilita el desenrollo pero provoca un aumento de fendas en las chapas producidas.
- Los parámetros del torno de desenrollo deben ser los siguientes:
 - Presión en la barra de presión del 10% ([Paso-espesor/espesor])
 - Paso de 13,5/10 mm
 - Altura vertical 5,5/10 mm
 - Ángulo de compresión 15°
 - Ángulo de la cuchilla 21°
 - Ángulo de desahogo 2°

ENCOLADO. (F. Peraza, et al, 1.996)

En general se encola bien con todo tipo de pegamentos, salvo con los fenólicos, con los que existe una cierta incompatibilidad, solucionable al añadir a dicha cola un 2% de resorcina.

En general, debe aplicarse presiones un poco superiores a las utilizadas con maderas blandas, y también aumentar ligeramente los tiempos de prensado, dada la lentitud en la penetración de los pegamentos dentro de la madera.

CLAVADO Y ATORNILLADO.

La característica semiblanda de esta madera obliga a realizar un mayor esfuerzo de penetración de clavos y tornillos. No existe mucho problema de raja, aunque conviene pretaladrar.

ACABADO.

En general, se barniza sin ningún tipo de problema.

ASTILLADO

Es una operación que puede realizarse sin más complicación que aquella derivada de la dureza de la madera, que obliga a utilizar máquinas más potentes, con menores velocidades de giro de la herramienta. Los ángulos de filo (ataque) serán más pequeños para conseguir herramientas más robustas y duraderas.

LEJIACIÓN (L. Bustamante, 1.983)

Del análisis químico de la madera se desprende que la solubilidad del eucalipto es relativamente pequeña, comparada con otras especies, tales como los pinos. Frente a ellos, el eucalipto tiene menor porcentaje en lignina, con lo que se necesita menor cantidad de alcali y el rendimiento de la pasta es mayor. En este sentido, el eucalipto proporciona un rendimiento de pastas al sulfato excepcional, llegando al 55%.

Para pastas al bisulfito, los mejores rendimientos se obtienen con coníferas.

APLICACIONES.

POSTES.

A pesar de su porte, la madera de eucalipto no es aconsejable para la obtención de postes, dada su baja durabilidad, su dificultad de tratamiento y la tendencia a la aparición de fendas, tanto de apeo como por su alta contracción volumétrica.

APEAS DE MINA Y ESTACAS PARA LA AGRICULTURA.

Esta aplicación presenta los mismos inconvenientes que los indicados anteriormente, con la salvedad de que las fendas debidas a la contracción volumétrica son mucho más pequeñas (por el menor diámetro de las trozas, y que el tratamiento es también más sencillo (por la escasa penetración necesaria).

En apeas de mina, debe destacarse la elevada resistencia a compresión de esta madera y su relativo bajo precio, lo que puede compensar los problemas señalados de antemano.

En estacas para la agricultura, sólo puede ser justificable por su precio y oportunidad geográfica de ubicación respecto de otras maderas más apropiadas.

TRAVIESAS.

La madera de eucalipto presenta como principales problemas para su aplicación en traviesas la escasa durabilidad natural y la dificultad para su tratamiento protector.

ENVASES Y EMBALAJES.

Si bien esta madera tiene mediana resistencia al choque, la falta de ligereza, de blancura y la dificultad de mecanización con clavos y grapas, la hace poco apropiada para envases de productos hortofrutícolas.

Para el caso de embalajes del tipo industrial, del eucalipto siempre se obtendrán palets o plataformas de carga de baja calidad. Aunque cumple las condiciones mínimas de blancura y de resistencia mecánica, debe competir en precio con otras maderas que son más ligeras y de más fácil mecanización.

CARPINTERÍA DE ARMAR Y DE CONSTRUCCIÓN.

La relación resistencia a peso de esta madera es mediana, por lo que su aplicación en construcción no es ni buena ni mala. Quizás la excesiva densidad haga más difícilmente manejable los distintos elementos constructivos que se utilicen.

CARPINTERÍA DE HUECOS Y REVESTIMIENTOS, MUEBLES Y EBANISTERÍA.

La madera de eucalipto presenta un buen aspecto tanto de color (a pesar de las irregularidades cromáticas) y veta como de tacto. Además, se mecaniza bien, una vez seca y clasificada, y tiene buen acabado, por lo que su aplicación en estos productos nobles parece posible. La realidad es bien diferente pues para todos ellos se necesita una estabilidad dimensional inexistente en esta madera, como consecuencia de su elevado coeficiente de contracción volumétrica.

Por tanto, la aplicación del eucalipto en carpintería y muebles sólo es posible, si por el tipo de producto o por la tecnología aplicada (tablero alistonado) se soluciona dicha inestabilidad dimensional.

Así, el eucalipto se aplica en revestimientos de suelos, en forma de parquet mosaico, donde las juntas entre tablilla y tablilla sirve de colchón para la merma o dilatación de la madera. Debe hacerse notar que el parquet de eucalipto se comercializa según tres colores, blanco, rosado y rojo, para evitar la gran variación de color que tiene esta madera.

También puede emplearse como lamparquet, pero al ser las tablillas más grandes, las juntas resultan a veces insuficientes para absorber todo el movimiento de la madera. La aplicación del eucalipto en recubrimientos de suelos en forma de tarima, ya resulta inaceptable, por ser el tamaño de la tarima demasiado grande y con ello los movimientos de la madera por hinchazón y merma.

De la misma forma que con el parquet mosaico, el eucalipto se podría aplicar en la fabricación de sillas. Las piezas en este tipo de muebles son siempre de muy pequeña sección, por lo que sus movimientos no son muy importantes. Además, la elevada resistencia a compresión, permitiría curvar la madera, como ocurre con el haya.

Al igual que en los casos anteriores, la madera de eucalipto se puede utilizar para mangos de herramientas, hormas de calzado...

En otros tipos de elementos de carpintería o mueble, en los que se necesitan piezas anchas y gruesas, la aplicación del eucalipto como madera maciza sólo podría hacerse en forma alistonada, y aún así podría presentar problemas si existiesen grandes variaciones de HEH.

CHAPAS Y TABLERO CONTRACHAPADO

Cuando en la madera de eucalipto se dispone la fibra entrelazada y ondulada (árboles de bastante edad), su aspecto es especialmente aparente, por lo que la obtención de chapa a la plana sería una aplicación aconsejable, aun a pesar de los elevados porcentajes de roturas de la chapa que podría llevar consigo. Ésta sería la aplicación de mayor valor añadido.

La obtención de tablero contrachapado también es posible. Aunque su calidad aparente no es muy buena (rotura de chapas), por su resistencia podría aplicarse a tablero industrial (en tableros de exterior, debe tenerse especial cuidado al encolado con colas fenólicas). Se pueden utilizar las chapas de desenrollo en la fabricación de tablero contrachapado de interior.

Foto 45: Aspecto y detalle de una troza y de la madera de eucalipto muaré



TABLEROS DE FIBRAS Y PARTÍCULAS.

Las maderas de eucalipto se utilizan de forma tradicional en la fabricación de tablero de fibras duro, procedimiento húmedo, sin que exista ningún problema tecnológico o de características de dicho tablero. La ventaja de esta madera frente a otras es el mejor rendimiento del producto que se obtiene ($1,55 \text{ m}^3$ sc, de madera 1 Tn de tablero, mientras que con coníferas, la relación es $2,05 \text{ m}^3$ sc de madera 1 Tn de tablero).

En la fabricación de tablero de fibras de densidad media, o duro por vía seca, el tablero obtenido presenta una mecanización más complicada, debido a su dureza. El mismo problema aparece en su aplicación como tablero de partículas. Aún así, el eucalipto se podría utilizar en mezcla con otras maderas más blandas, pero sólo si en tales procesos se consiguen precios más competitivos.

PASTAS CELULÓSICAS.

La obtención de pasta por el procedimiento al alcali (al sulfato) es la principal aplicación que tiene hoy día esta madera. Las razones de esta aplicación son las siguientes:

- El rendimiento que se obtiene es muy elevado, tanto por la densidad de la madera, como por el bajo porcentaje de lignina. 3Tn de madera verde permiten obtener alrededor de 1Tn de pasta seca.
- El bajo porcentaje de lignina hace que el gasto de alcali sea pequeño.
- La dificultad de penetración de la lejía es moderada, no siendo necesario llegar a valores de alcalinidad grandes que pudieran reducir las características mecánicas de la pasta a obtener.
- Si bien la longitud de la fibra es pequeña, la relación entre el diámetro del lumen celular y el diámetro de la fibra es grande (0,56), con lo cual la resistencia del papel no es mala (baja en desgarró, y alta en longitud de rotura y en estallido).
- El grado de blancura es grande, por lo que el blanqueo es fácil y con escaso gasto de cloro.

ESPECIE: Eucalipto rojo

NOMBRE CIENTÍFICO: *Eucalyptus dalrympleana* Maiden

FAMILIA: Myrtaceae

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

Broad-leaved kindlingbark, Mountain gum o Mountain ash.

DESCRIPCIÓN GENERAL.

Su madera es muy parecida a la *Eucalyptus globulus* (albura de color blanco rosado y anillos de crecimiento muy diferenciados) siendo uno el duramen más rojizo.

Foto 46: Aspecto de una plantación de E. rojo



Pese a tener biometrías similares a las del *E. globulus*, la fibra es mucho más recta.

No presenta inclusiones de sílice y las traqueidas perivasculares suelen ser abundantes. Los radios medulares van unidos en series de tres y a veces cuatro con menos de veinte células.

Foto 47: Aspecto macroscópico del eucalipto rojo



Foto 48: Aspecto de la testa x4 aumentos

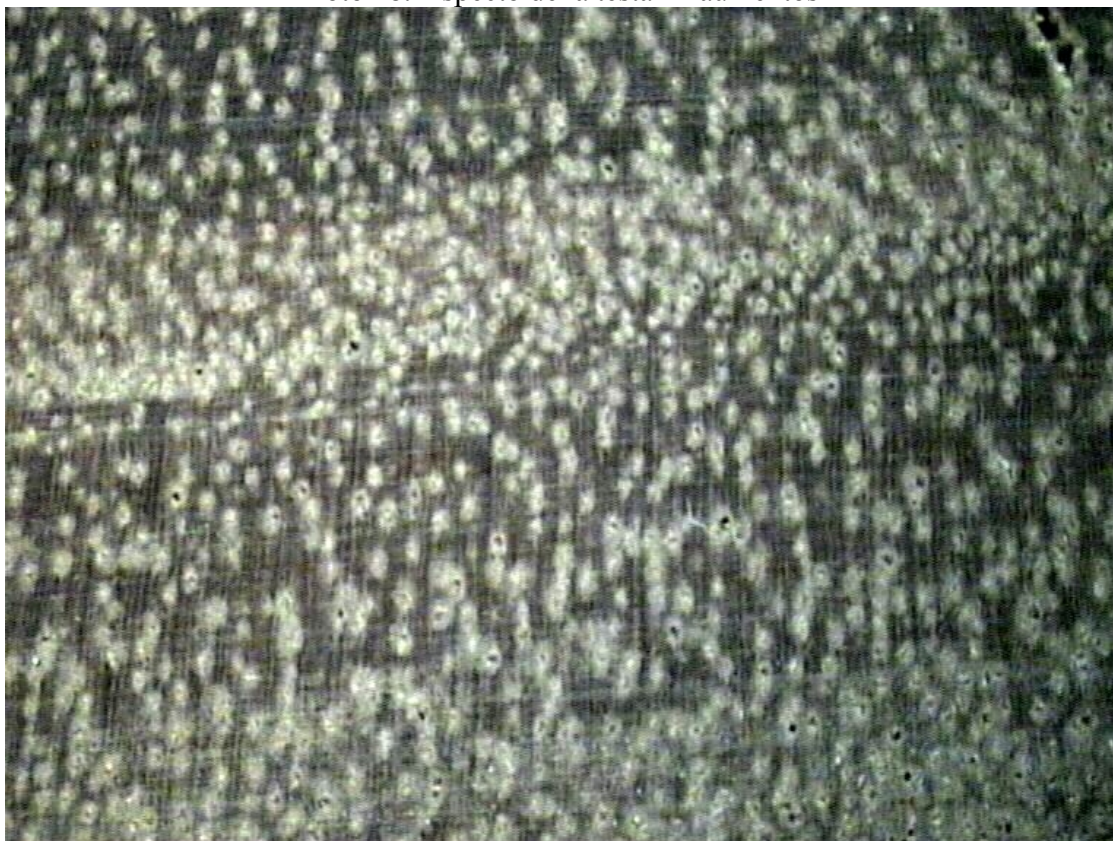


Foto 49: Aspecto de la testa x4 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Proporción de corteza: en peso	15,05%
en volumen	13,49%
Densidades: Ps/Vh	510 kg/m ³
Ps/Vs	646 "
Ph/Vh	1075 "
Humedad máxima de la madera saturada:	52,6%
Biometría: Longitud media de las fibras	783μ
Anchura media de las fibras	15,23μ
Espesor de pared	2,44μ
Número Vasos por mm ²	14
Diámetro medio	134μ
Espesor de pared	4,62μ

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS Y USOS.

No se han encontrado datos sobre su secado, astillado, aserrado, etc., pero debido a su similitud con el *Eucalyptus globulus*, tanto la tecnología como los usos serán muy parecidos. En España se han realizado ensayos con esta especie para obtención de pasta de papel. En ellos se concluye que esta especie no pertenece al grupo de los eucaliptos más aptos a tales fines.

En Australia despierta cierto interés comercial, encuadrándose en la clase "C". Tiene condiciones para tablero aglomerado de fibra, se emplea en ebanistería, carpintería, envases, suelos, mangos de herramientas, en contrucciones generales y para traviesas y postes, aunque su durabilidad no es muy grande.

ESPECIE: Haya.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Fagus sylvatica* L.

ORDEN: Fagales.

FAMILIA: Fagaceae.

SUBFAMILIA: Fagoideae.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

Paga, pago, payo (País Vasco).

Haya.

Faya (Asturias).

Fago (Huesca).

Hay (Arán).

Faix, fatg (Cataluña).

Fatch (Lérida).

Bacua (Navarra).

NOMBRES EXTRANJEROS.

Hêtre, fau, fayard, fay, fouteau (francés).

Buche, rotbuche, gemeine buche (alemán).

Beech, European Beech (inglés).

Faggie (italiano).

DISTRIBUCIÓN EN ESPAÑA.

Se encuentra espontáneamente en el sur de Inglaterra, sur de Escandinavia, Francia, Italia, Europa Central, Polonia, repúblicas balcánicas y sur de Rusia.

En España es árbol de montaña, en zonas de clima atlántico o de moderada continentalidad. Se distribuye por el Sistema Cantábrico, Pirineos, los macizos ibéricos septentrionales y varios relictos que constituyen sus últimos reductos meridionales (Sierra de los Puertos de Beceite, Somosierra y S^a de Ayllón y Sierra de la Peña de Francia).

Se beneficia en monte alto con turnos de 80 a 160 años, mediante aclareo sucesivo uniforme o entresaca. En monte bajo, se beneficiaba con turnos de 8 a 30 años. La posibilidad varía de entre 1.5-2 m³/ha en los hayedos envejecidos, de 3-4 m³/ha en los mejores, llegando hasta los 5 m³/ha en situaciones excepcionales.

DESCRIPCIÓN DEL FUSTE.

Árbol elevado, que fácilmente llega a 30-35 m. de talla, pudiendo alcanzar los 40 m. Tronco primero algo flexuoso, al engrosar se va haciendo esbelto, derecho, lleno y limpio. El diámetro normal puede llegar a ser de casi 1 m.

DESCRIPCIÓN DE LAS TROZAS.

Las trozas de haya son cilíndricas, rectas y de sección circular.

El principal defecto de la madera de esta especie es el **corazón rojo**. Se produce por una reacción fisiológica de las células vivas de la madera al ataque de hongos cromógenos. Este falso duramen se caracteriza por presentar un tono rojizo, bastante más oscuro que el de la

madera normal. Los vasos del corazón rojo están obstruidos por tylos, lo que resta eficacia al tratamiento por inyección. La madera roja es, en general, más nerviosa que la madera normal, menos resistente y más quebradiza.

Foto 50: Aspecto del follaje del haya



Otro defecto producido también por el ataque de hongos es el **pasco del haya**, que si no se trata, puede convertirse en una pudrición blanca en pocos meses.

Además de los defectos anteriores, la madera de haya está sometida a altos valores de las **tensiones de crecimiento**, que provocan durante el despiece defectos tecnológicos graves, como fendas o alabeo de las tablas. Estas tensiones son las causantes de que una cantidad importante de madera de haya no pueda ser aprovechada.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

Madera con **duramen** y **albura** no diferenciados, de color blanco amarillento con tendencia al rosado más o menos intenso.

A simple vista, no se aprecian los **vasos**, pero sí los **radios leñosos**, cuyo aspecto es muy característico: en la sección radial muy pulimentada, aparecen los radios leñosos en líneas rectas de color más claro que la masa fundamental. Estos mismos radios aparecen en la sección tangencial distribuidos irregularmente en cortas líneas fusiformes, de apenas 5-10 mm. de longitud.

Foto 51: Aspecto macroscópico de la madera de haya



Los **anillos anuales** están muy poco diferenciados. La zona de primavera es mucho más ancha y de color más claro que la de verano. Esta última es más compacta.

La **fibra** es derecha, aunque en los árboles muy gruesos pueden presentarse fibras ligeramente torcidas ($1-3^\circ$). El **grano** es fino.

Es una madera muy homogénea. Su aspecto general es mate, con **espejuelo** (dibujo producido por los radios en una superficie de madera de fibra vertical, aserrada al cuarto) muy marcado y de color más oscuro en la sección radial.

El **parénquima** existe, pero es imposible su identificación macroscópica.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA. (A. Caperos y J.L. Serfaty, 1.969)

1.-VASOS.

Son abundantes. Pueden encontrarse aislados o reunidos en grupos de dos o tres. Se distribuyen uniformemente, con las características indicadas en la tabla 50

Tabla 50: Características biométricas de los distintos elementos del haya

Vasos		Numero por mm	9-150
		Diámetro máximo (μ)	50-60
		Grosor medio de las paredes (μ)	8-10
		Perforaciones	Simples
		Punteaduras	Sencillas, de forma oval en primavera y escaleriforme en verano
Radios leñosos	Uniseriados	Numero por mm	5-8
		Diámetro máximo (μ)	250-280
		Grosor medio de las paredes (μ)	10-12
	Multiseriados	Numero por mm	5-8
		Diámetro máximo (μ)	3000-4000
		Grosor medio de las paredes (μ)	150-200
Fibras		Longitud máxima, media y mínima (mm)	1,71-1,13-0,33
		Anchura máxima , media y mínima (μ)	22-25
		Espesor de la pared (μ)	8-10
		Relación longitud/anchura (esbeltez)	55,5
		Proporción de pared (%)	44,3

2.-RADIOS LEÑOSOS.

Pueden ser de varios tamaños. Los multiseriados se encuentran en fajas anchas y rectilíneas, con notable ensanchamiento en el límite terminal y primario del anillo anual. Los uniseriados, en cambio, son más numerosos y ligeramente ondulados. Los biseriados y triseriados se presentan en menor proporción. En la sección tangencial, los uniseriados forman cortas y finas líneas. Los multiseriados, comparándolos con los anteriores, son exageradamente anchos y altos. Su forma es fusiforme y su constitución homogénea.

3.-FIBRAS.

Tienen forma poligonal, pared gruesa y ligeramente ondulada. Muchas de ellas presentan la particularidad de poseer paredes constituidas enteramente por celulosa, dando lugar a madera de tensión. Su diámetro máximo y su grosor oscilan entre 20-25 , y 8-10 respectivamente.

Existen fibrotraqueidas, aunque no son muy abundantes. Los parámetros más importantes se expresan en la tabla 50

4.-PARÉNQUIMA.

Es abundante y está distribuido en toda la zona del anillo anual. El metatraqueal se sitúa en filas discontinuas de una sola célula que a veces bordean los vasos, sin que por esto pueda considerarse paratraqueal. También se presenta parénquima metatraqueal difuso.

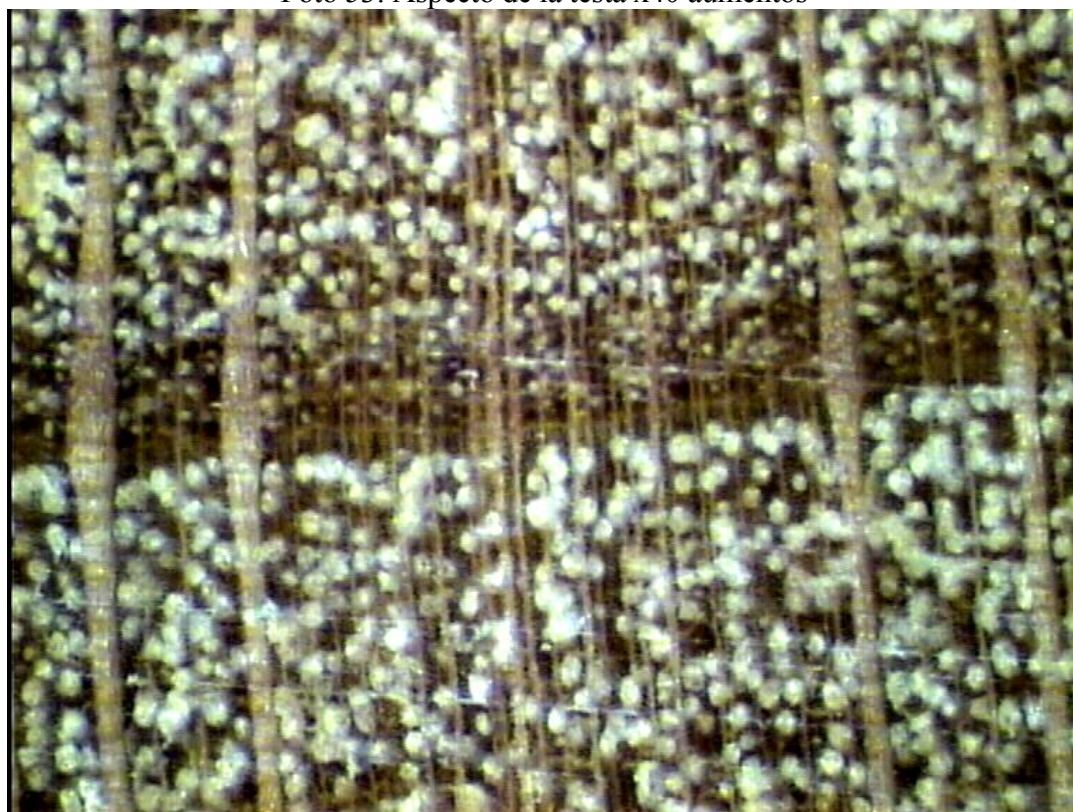
6.-CONTENIDO CELULAR.

Los vasos están completamente limpios de toda sustancia, excepto en un pequeño número donde presentan tylos. Algunas células de los radios y parénquima aparecen obstruidas por tener alojadas sustancias protoplasmáticas solidificadas de color pardo oscuro.

Foto 52: Aspecto de la testa x4 aumentos



Foto 53: Aspecto de la testa x40 aumentos



CARACTERÍSTICAS FISICOMECAÑICAS (A. Gutiérrez Oliva, 1.967, R. Wagenfuhr y C. Scheiber, 1.974). En la tabla 138 se indican sus principales valores. Los datos entre paréntesis, corresponden al segundo autor, correspondientes a árboles de otras latitudes.

Tabla 51: Características fisicomecánicas de la madera de haya

PARÁMETRO	Mínimo	Medio	Máximo	Desviación típica.	Interpretac.
Densidad normal (peso específico aparente). gr/cm ³	0.684 (054)	0.772 (0.72)	0.889 (0.91)	0.061 -	Semipesada (semipesada)
Dureza radial	-	4.02	-	-	Semiblanda
Cota de dureza (d/mm ²).	-	7.39	-	-	Normal
Dureza tangencial	2.21	3.56	5.15	0.98	Semiblanda
Cota de dureza (d/mm ²)	4.04	6.51	8.75	1.73	Normal
Contracción volumétrica total (c _v).	18.6 (14.0)	20.8 (17.9)	24.6 (21.0)	2.275 -	Grande (media)
Contracción lineal tangencial	- -	12.17 (11.8)	- -	- -	
Contracción lineal radial	- -	5.66 (5.8)	- -	- -	
Contracción lineal longitudinal	-	(0.3)	-	-	
Punto de saturación de la fibra.	39	39.5	40	0.707	Elevada
Coefficiente de contracción volumétrica	0.45 -	0.51 (0.30)	0.62 -	0.049 -	Nerviosa (poco nerv.)
Higroscopicidad.	0.0026	0.0036	0.0049	0.0006912	Normal
Flexión estática. (f) kg/cm ²	1379 (740)	1698 (1230)	1928 (2100)	185.861 -	Mediana (mediana)
Cota de flexión	21.4 (10.28)	22.7 (17.08)	24.4 (29.17)	1.637 -	Grande (mediana)
Cota de rigidez	19.9	24.4	27.7	2.789	Elástica
Cota de tenacidad	2.7	3.0	3.3	0.176	Muy tenaz
Modulo de elasticidad (e)	- (100000)	137500 (160000)	- (180000)	- -	
Trabajo unitario (kg*m/cm ²)	0.30 (0.3)	0.59 (1.0)	0.88 (1.9)	0.204 -	Mediana (mediana)
Cota dinámica	0.66 (0.58)	1.08 (1.93)	1.34 (3.67)	0.349 -	Mediana (resilente)
Esfuerzo cortante	(65)	(80)	(190)		
Compresión paralela a la fibra Carga de ruptura (kg/cm ²)	531 (410)	577 (620)	650 (990)	70.237 -	Superior (superior)
Cota de calidad estática	6.0 (-)	7.61 (8.6)	8.2 (-)	0.690 (-)	Superior (superior)
Hienda (kg/cm)	13.25	22.96	29.50	4.761	Mediana
Cota de laminabilidad	0.13	0.30	0.38	-	Poco laminable
Tracción perp. fibra (radial). (kg/cm ²)	-	44	-	-	Mediana
Cota de calidad	-	0.57	-	-	Muy adherente
Tracción perp. fibra (tangencial) (kg/cm ²)	35	42.5	49	5.874	Mediana
Cota de calidad	0.45	0.55	0.63	-	Muy adherente
Compresión perp. fibra (tangencial). (kg/cm ²)	- (50)	93 (72.5)	- (95)	- -	
Compresión perp. fibra (radial). (kg/cm ²)	- (115)	153 (127.5)	- (140)	- -	

DURABILIDAD.

La durabilidad de la madera de haya queda reflejada en la siguiente tabla:

Tabla 52: Durabilidad de la madera de haya

DURABILIDAD	ALBURA	DURAMEN
Hongos	No durable	No durable
Termita	No durable	No durable
Polilla	Muy durable	Muy durable
Carcoma fina	No durable	Muy durable
Carcoma gruesa	Muy durable	Muy durable
Resistencia a la luz	Alta	

TRATABILIDAD.

La madera de haya se impregna fácilmente, circunstancia que permite la realización de tratamientos protectores que confieren a dicha madera una gran resistencia al ataque de los hongos, como por ejemplo, la utilización de creosota para la fabricación de traviesas de ferrocarril.

En la madera del corazón rojo la impregnación se lleva a cabo con mayor dificultad.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Se detallan en la tabla 53

Tabla 53: Características químicas de la madera de haya

Furfural	Pentosano	Pentosas	Holocelulosas	Lignina	Resina (grasas y resina)	Ceniza
14.20	24.19	27.49	78.79	24.31	1.8	0.55

TECNOLOGÍA DE LA MADERA.

APEO, DESRAME, TRONZADO Y DESCORTEZADO.

La existencia de grandes tensiones de crecimiento, hacen que estas operaciones deban desarrollarse con especial cuidado.

El corte de **apeo** debe hacerse de dentro hacia fuera, mediante un corte a mortaja. De esta forma se evita concentrar en el interior de la troza todas las tensiones, y se evita la rotura de la madera.

El **tronzado** debe retrasarse lo máximo posible, aunque siempre es necesario, por razones de transporte, hacer un mínimo de tronzado a pie de tocón. El corte del tronzado debe realizarse de la misma forma que en el apeo: en las zonas sometidas a flexión se realiza un corte a mortaja, tras de una pequeña incisión en la zona sometida a compresión.

ASERRADO.

La gran contracción volumétrica del haya hace que los rollos presenten grandes fendas de desecación, por lo que deberán aserrarse rápidamente.

El haya es una especie que desgasta poco los útiles de trabajo, cualquiera que sean las condiciones de humedad y de corte. No se requiere ninguna máquina especial para el despiece. No obstante, deben contemplarse las tensiones de crecimiento, y, por ello, aserrar de dentro hacia fuera tal y como ocurre con el eucalipto, aunque en este caso no es necesario realizar cortes de rectificación.

La base fundamental del equipo para aserrar el haya es la **sierra de carro**, sin necesidad de tomar ninguna precaución especial.

La abrasividad de la madera húmeda es más reducida para la viruta gruesa (0.50 mm.) que para la fina (0.15 mm.), por lo que cuanto mayor es la velocidad de corte, menos desgaste tendrá la herramienta.

Aunque es una madera semiblanda, su trabajabilidad es tan buena que se puede elegir herramienta similar a la requerida para maderas blandas.

Para la **sierra de banda** se precisa una velocidad lineal de corte elevada, de unos 45 m/s, un perfil tipo LS Sandvic con diente chafado o recalcado. Si se supone una cinta ancha ($a > 50$ mm.), los dientes presentarán ángulos que oscilan entre 50° y 54° . Los ángulos de ataque estarán comprendidos entre 30° y 35° , y los de salida entre 8° y 10° . Las características técnicas son iguales a las exigidas para el pino silvestre.

TRATAMIENTOS (J.A. Rodríguez Barreal, 1.987)

Debido a su gran alterabilidad es necesario, para aplicaciones de interior, aplicar antisépticos en la madera para protegerla. Se puede practicar un tratamiento somero desde el momento del apeo para evitar el pasmo. En cambio, la madera puesta en obra para usos exteriores se preserva con impregnaciones de creosota inyectada a presión. También pueden utilizarse otros productos, según la cédula mostrada en la tabla 54

Tabla 54: Cédula de tratamiento de tablas de haya de espesores menores a 6 cm

Producto	Fase vacío inicial		Fase presión		Fase vacío final.		Retención
Tipo	Vacío (mm./hg)	Tiempo (min)	Presión (mm./hg)	Tiempo (min)	Vacío (mm./hg)	Tiempo (min)	
Orgánico	150-200	5	Atmosférica	6-10	650	16-20	24-26 l/m ³
Sal	350	12	Atmosférica	15	500-550	15	7 kg/m ³

La impregnación con aceites se practica para obtener parquets lavables.

DESENROLLO.

Puede ser desenrollada en estado fresco, sin vaporizado, hasta espesores de 15/10 a 20/10 mm aproximadamente. Sin embargo, las condiciones de la superficie se mejoran con el vaporizado previo. De cualquier forma, es necesario proceder al vaporizado para espesores superiores a 20/10 mm. Con tratamiento de vapor a baja presión se requiere una duración mínima de vaporizado en cámara de 6 horas para una troza de 50 cm. de diámetro y diez horas suplementarias para chapas de 5 cm. de diámetro suplementario.

Tabla 55: Reglaje de la desenrolladora

Ajuste de la cuchilla de desenrollo	ángulo de afilado de la cuchilla.	20°
	tasa de compresión.	10-12%
Ángulo de desahogo	para rollos de 60 cm. de diámetro.	- 1°30'
	para rollos de 10 cm. de diámetro	- 0°30'
Cota vertical	para 20/10 mm.	0.6 mm.
	para 30/10 mm.	0.7 mm.

CHAPA A LA PLANA.

El haya se guillotina fácilmente dando chapas a la plana de un espesor variable entre 15/10 y 20/10 en estado fresco. Para espesores superiores es necesario secar la madera.

Es recomendable aplicar una ligera tasa de presión, del orden del 5%, al reglaje de la guillotina.

En trozas con tensiones de crecimiento elevadas, puede ocurrir que, durante la obtención de chapa a la plana, la troza se mueva ligeramente, y por tanto que las chapas que se obtengan tengan cierta irregularidad de grueso. Es por ello muy conveniente eliminar este tipo de trozas antes de iniciarse la operación.

SECADO.

El haya presenta ciertas dificultades de secado. Tiene una fuerte tendencia a la aparición de fendas, rajas o alabeo, consecuencia de sus coeficientes de contracción elevados.

El haya es frecuentemente vaporizada, es decir, expuesta al vapor de agua a una temperatura de 90 a 100°C, durante uno o dos días. La madera adquiere entonces un tono rosado o rojizo. Esta operación, a pesar de una creencia generalizada, no produce ningún efecto en la duración del secado. Sin embargo, libera parcialmente las tensiones internas de crecimiento y disminuye el módulo de elasticidad.

SECADO POR AIRE CALIENTE.

La duración media de secado para alcanzar el 12% de humedad desde el estado de madera en verde, es de 11 a 15 días para grosores de 27 mm. y de 25 a 30 días para espesores de 50 mm. En la madera previamente secada para un porcentaje de humedad de alrededor del 30%, el tiempo de secado será aproximadamente reducido a la mitad.

Tabla 56: Cédula de secado del haya hasta espesores de 5 cm (CTBA, 1.972)

(%)	T _S (°C)	T _H (°C)	D _H (°C)	H _R (%)	H.E.H. (%)	G
Verde	45	42.5	2.5	85	16.5	3.6
60	45	41.5	3.5	80	14.7	3.6
40	45	39	6	70	11.1	3.6
35	47	41	6	60	9.7	3.6
30	48	40	8	50	8.6	3.5
25	51	36.5	14.5	40	7.1	3.5
20	60	40	20	30	5.9	3.4
15	65	43	22	30	4.4	3.4

Siendo:

H: Porcentaje de humedad de la madera más húmeda en el lado de entrada del aire, por el que se van a regir los cambios.

T_S: Temperatura del bulbo seco.

T_H: Temperatura del bulbo húmedo.

D_H: Depresión del bulbo húmedo ($D_H = T_S - T_H$)

H.E.H.: Humedad de equilibrio higroscópico.

G: Gradiente de humedad ($G = H/H.E.H.$)

SECADO POR BOMBA DE CALOR O POR CÁMARA CALIENTE.

La duración media de secado para alcanzar una humedad final del 12% es de 20 a 28 días para las tablas de 27 mm de grosor y de 34 a 40 días para las tablas de 50 mm.

Para la madera presecada al 30% de humedad estos plazos se reducen de 10 a 15 días dependiendo de los espesores.

CEPILLADO Y MOLDURADO.

No requiere medidas especiales distintas a las habituales.

TORNEADO.

La madera de haya se trabaja muy bien en el torno.

CURVADO.

La madera de haya no presenta resistencia al curvado. De hecho, esta especie, junto con el fresno, son las especies típicas para el buen desarrollo de esta operación, gracias a su flexibilidad y resistencia a la compresión.

UNIONES.

El haya muestra unas cualidades muy buenas de acabado y precisión para el escopleado, mortajado y taladrado, sirviendo los útiles convencionales.

El haya posee una madera frecuentemente ranurada y cajeadada, en particular en aquellas industrias de la tonelería y del juguete.

CLAVADO Y ATORNILLADO.

La realización de un pretaladro es siempre aconsejable y facilita la operación de atornillado.

ENCOLADO.

Es una madera fácil de encolar, ya que no existen sustancias químicas que puedan disminuir la adherencia de la cola. No obstante, corre un riesgo elevado de desencolarse por su elevada densidad y su fuerte contracción volumétrica.

Será por ello recomendable utilizar siempre colas de gran calidad.

No presenta ninguna sustancia química que pueda perjudicar una buena adherencia de la cola.

LIJADO.

La madera de haya es una madera que admite un lijado muy fino, no siendo necesario un acabado manual posterior. No presenta repelo por tener la fibra derecha.

Para acabados industriales, no conviene cerrar demasiado el poro de esta madera, por lo que el último grano a aplicar será el de 150-180

ACABADO.

El color natural de la madera varía de blanco crema al naranja, rosado o rojizo. Para mantenerlo se la recubre con una capa de barniz, sin necesidad de tapaporos, dada la fina y homogénea textura de la madera.

Excepto la madera de corazón rojo, es fácil de tinter en colores nobles, imitando a maderas preciosas, tales como la caoba, palisandro, nogal, etc. Deberán entonces evitarse los cortes tangenciales, pues los gruesos radios leñosos absorben los tintes de manera diferencial.

Es una madera que se laca con sencillez, precisando una capa de imprimación y la aplicación de dos capas de laca después de lijada la base.

Para usos de exterior (muebles de jardín por ejemplo) se aplicará un producto hidrófugo antiséptico antes de aplicar una capa de pintura o barnizar.

ASTILLADO.

El único problema que presenta el haya para ser astillada es su relativa dureza, pero se puede realizar adecuadamente con las astilladoras corrientes.

DESFIBRADO.

No presenta problemas para el desfibrado, consiguiéndose una fibra corta de tamaño grande y esbelta.

LEJIACIÓN.

La lejiación de la madera no presenta en general problemas. La madera afectada del corazón rojo se leja peor.

APLICACIONES

Tiene numerosas utilidades en virtud de su facilidad de trabajo y acabado, pero también es una madera que produce numerosos fracasos por sus especiales características de contracción.

MADERA EN ROLLO. POSTES, APEAS Y ESTACAS.

Su contracción volumétrica y su escasa durabilidad natural no aconsejan su uso como madera para postes y las apeas y estacas se rajan demasiado, por lo que tampoco son aconsejables.

MADERA MACIZA.

Las aplicaciones de la madera maciza tienen como ventaja su fácil trabajabilidad y la calidad de sus acabados. Sin embargo, tiene como principal problema su elevada contracción volumétrica. Es por esta razón, por lo que sus mejores resultados se obtienen en la fabricación de piezas estrechas tales como sillas, bastidores de muebles, perchas, cepillos, hormas de zapatos, falsas espigas para uniones de madera, artículos de menaje, juguetes, tornería, tonelería, bobinas y carretes para la industria textil, lamas de somier, etc., pero siempre en piezas estrechas.

Las aplicaciones en muebles o en carpintería de revestimiento mediante piezas anchas tienen el inconveniente de su elevada contracción que hace que con el tiempo se produzcan desajustes entre ellas. Es frecuente, en zonas del interior de España ver el fracaso de estas aplicaciones.

También es posible su aplicación en envases por su resistencia y presencia, y por no exigir tanta estabilidad.

Para la elaboración de **traviesas de ferrocarril**, se recurre a madera procedente de segundos rollos tratados con creosota. Con estas exigencias de fabricación, las traviesas pueden durar alrededor de treinta años.

Sin embargo, es muy poco utilizada para **construcción**.

APLICACIONES EN TABLERO Y CHAPA

Los problemas de estabilidad de la madera desaparecen en los tableros contrachapados o laminados. Por ello, es típica la fabricación de muebles, o revestimientos a base de este tipo de madera, con los que se obtiene sus mejores calidades.

Dada su cota dinámica, es frecuente la aplicación de tableros contrachapados en destinos que exigen choques y vibraciones. Entre éstas destacamos su utilización en la construcción de tabiques de los vagones de tren. Se usa también en carrocerías (en particular para las cajas de los camiones y como material industrial y agrícola (segadoras, etc.). Además, se aprovecha como materia prima para la fabricación de engranajes silenciosos, piezas para telares, etc.

OTRAS APLICACIONES.

Esta madera se emplea en la fabricación de pastas químicas para tejidos artificiales. En Europa, se utiliza ampliamente como materia prima para pastas celulósicas. En España se emplea en pequeñas cantidades porque la producción de montes con masas puras es relativamente pequeña. Era apreciado como leña y para la obtención de carbón vegetal utilizado en la siderurgia. Hace bastantes años alcanzó importancia económica el proceso de destilación de esta madera.

ESPECIE: Plátano

NOMBRE CIENTÍFICO: *Platanus Hybrida* Brot.

FAMILIA: Platanaceae.

Este árbol es híbrido de las especies *Platanus orientalis* L. y *Platanus occidentalis* L.

SINONIMIAS.

Platanus acerifolia (Ait.) Willd. = *Platanus hispanica* Miller ex Münchh.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

Plátano.

Plátano de Levante.

Plátano de sombra o de paseo.

NOMBRES EXTRANJEROS.

Morgenländische platane (alemán).

Oriental plane (inglés).

Platane oriental (francés).

Plátano orientales (italiano).

DISTRIBUCIÓN EN ESPAÑA.

El plátano es una especie de luz cultivada a lo largo de los paseos y avenidas como árbol de sombra. Suele encontrarse en toda la Península Ibérica, pero nunca forma masas de gran extensión.

DESCRIPCIÓN DEL FUSTE.

El plátano es un árbol corpulento que puede alcanzar más de 35 m. de altura. Su tronco es derecho, con ramas extendidas que alcanzan bastante grosor, sobre todo las principales.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

En la madera de plátano no se distingue la **albura** del **duramen**.

Los **anillos de crecimiento** están poco marcados.

La **fibra** es más o menos derecha.

Los **vasos** son pequeños, no visibles a simple vista y numerosos.

Los **radios leñosos** se presentan en bandas rectilíneas de anchura variable. Su color es más oscuro que el resto de la masa. En el despiezo radial forman un mallado muy intenso de color ocre, característico de la especie. En la sección tangencial aparecen múltiples líneas de pequeña longitud y de forma fusiforme.

El **parénquima** está presente pero no es visible.

El **grano** es fino y la **textura** homogénea.

Foto 54: Aspecto macroscópico de la madera de plátano



DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA.

1.- VASOS.

Los vasos son numerosos. Se distribuyen de forma aislada en la zona de verano y en grupo en la zona de primavera.

Son de forma variable y disminuyen de tamaño a medida que avanzan hacia el límite del anillo anual. No poseen engrosamientos helicoidales. Las características más representativas se muestran en la tabla 57 (F. Nájera, A. López, 1.969):

2.- RADIOS LEÑOSOS.

Los radios leñosos son homogéneos, de anchura variable, en general multiseriados y en menor proporción uniseriados, biseriados y triseriados. Los multiseriados son de gran altura (superior al cm.), decreciendo ésta con la disminución de espesor. En la sección transversal se presentan en bandas rectilíneas con notable ensanchamiento en el límite terminal y primario de los anillos de crecimiento. Su forma es claramente fusiforme. En la tabla 57 se detallan sus características.

3.- FIBRAS.

Las fibras son de forma poligonal. La luz de las fibras de la madera de verano es más estrecha que la de primavera, ya que presentan paredes más gruesas. La zona terminal del anillo está compuesta por dos o tres filas de células alargadas en sentido tangencial y de luz muy estrecha.

4.- PARÉNQUIMA

Paratraqueal escaso y metatraqueal semidifuso en filas discontinuas en sentido tangencial

5.- FIBROTRAQUEIDAS

Abundantes, repartidas difusamente por toda la masa leñosa.

6.- ANILLOS ANUALES

Muy marcados. La zona terminal está compuesta por dos o tres filas de células alargadas en sentido tangencial.

7.- CONTENIDO CELULAR

Sustancias de reserva solidificadas de tipo protoplasmático, alojadas en las células de los radios leñosos donde aparecen cristales de oxalato de cal.

Tabla 57: Características de los vasos radios y fibras del plátano

Vasos	Numero por mm	100-130
	Diámetro máximo (μ)	-
	Grosor medio de las paredes (μ)	3
	Perforaciones	simples y escaleriformes con peldaños gruesos
	Punteaduras	alternas, sencillas y opuestas con reborde
Radios leñosos	Numero por mm	3-4
	Diámetro máximo (μ)	110-130
	Grosor medio de las paredes (μ)	8-10
Fibras	Longitud (mm)	De 0,7 (madera juvenil) a 1,1 (madera adulta)
	Diámetro máximo (μ)	10-14
	Espesor de la pared (μ)	5-7

Foto 55: Aspecto de la testa x4 aumentos

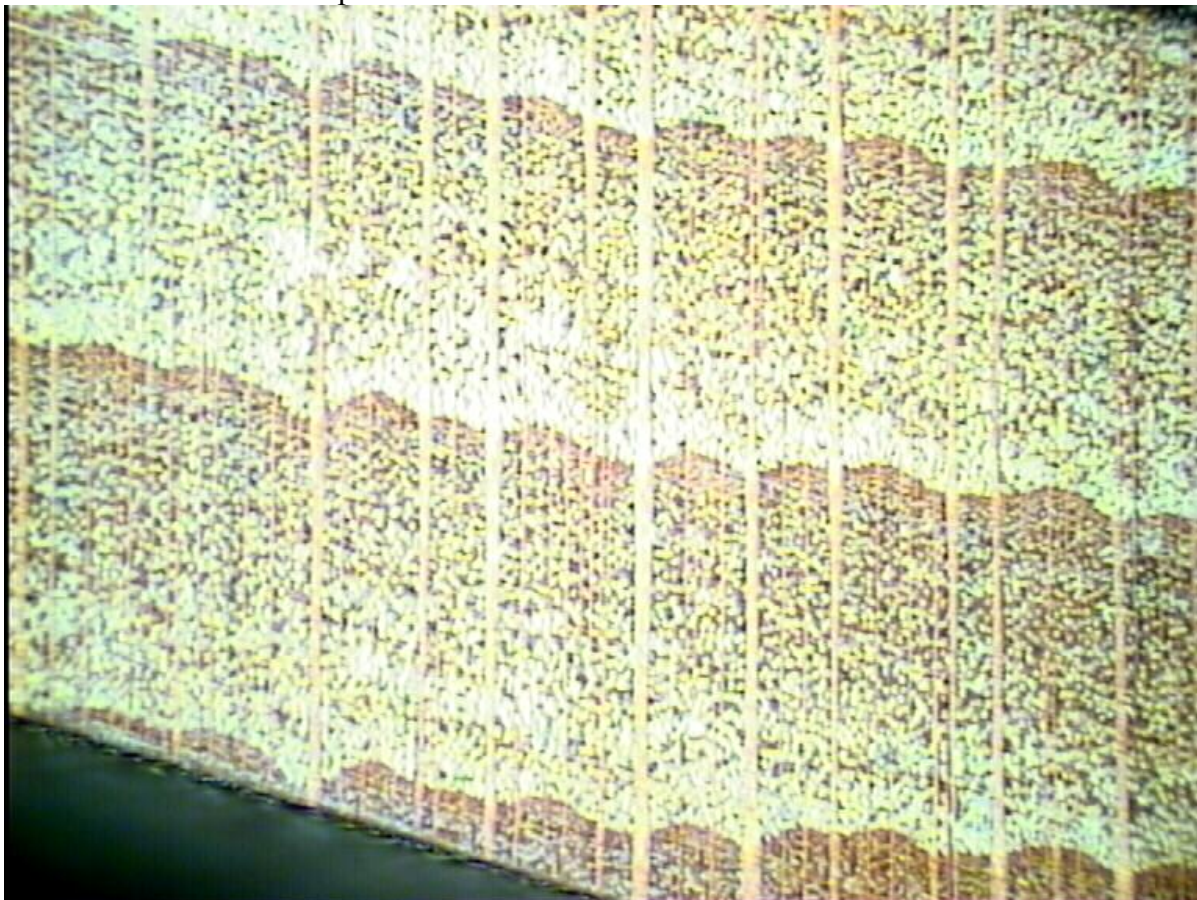


Foto 56: Aspecto de la testa x40 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS. (A. Gutiérrez Oliva, 1.967)

Se indica en la tabla 58

Tabla 58: Características fisicomecánicas de la madera de plátano

PARÁMETRO	Valor medio	Interpretación.
Densidad normal (peso específico aparente). (gr/cm ³)	0.577	Semipesada
Dureza radial	3.52	Semiblanda
Cota de dureza	9.86	
Dureza tangencial	2.33	Semiblanda
Cota de dureza	7.01	
Contracción volumétrica total	13.9	Mediana
Punto de saturación de la fibra	23	
Coefficiente de contracción volumétrica	0.61	Nerviosa
Higroscopicidad	0.0031	
Flexión estática (kg/cm ²)	810	Baja
Cota de flexión	15.4	
Cota de rigidez	32.7	
Cota de tenacidad	2.4	
Trabajo unitario (kg*m/cm ²)	0.22	Baja
Cota dinámica	0.62	
Compresión paralela a la fibra.(kg/cm ²)	337	Baja
Cota de calidad estática	5.7	
Hienda (kg/cm)	25.00	Mediana
Cota estática	0.43	Poco hendible
Tracción perp. A la fibra (tangenc.) (kg/cm ²)	34.00	Mediana
Cota de calidad		Alta adherencia
Compresión perp. A la fibra (tangencial) (kg/cm ²)	55	-
Cota de calidad	0.9	-

DURABILIDAD.

La madera de plátano es resistente a ataques de insectos y soporta bien la atmósfera enrarecida de las grandes ciudades.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.

No se poseen datos de esta especie.

TECNOLOGÍA DE LA MADERA.

Las características físicas y mecánicas de la madera de plátano permiten su mecanización y un tratamiento tecnológico similar al del haya. En general presenta valores inferiores, salvo en lo referente a la hienda, nerviosidad y dureza.

El plátano debe someterse a un secado previo, según la siguiente cédula de secado:

Tabla 59: Cédula europea de secado. Tablas de grosor 4 cm. (L.M. Fiske, 1.967) (*)

H (%)	T _S (°C)	T _H (°C)	H _R (%)	D _H (°C)	H.E.H. (%)	G
Verde	48.5	46.5	85	2	18.2	3.3
60-40	48.5	46.5	85	2	18.2	3.3
40-30	51.5	47.5	75	5	12.8	3.1
30-25%	54.5	46.0	65	8.5	9.7	3.1
25-20%	60	48.5	55	11.5	8	3.1
20-15%	68	54	45	14	6.7	3.0
15-H _i	76.5	57	40	19.5	5	3.0

(*)Para evitar gradientes excesivos, cuando se seca madera de grosor 4-7.5 cm., la HR debe estar un 5% más alta que la señalada en cada etapa por la correspondiente cédula, y un 10% si la madera tiene un grosor de más de 7.5 cm.

APLICACIONES

La madera de plátano es, por su constitución y por su apariencia, muy parecida a la del haya y si se la somete a un secado previo, puede ser empleada con igual resultado que esta última en ebanistería, carpintería, carretería, juguetería, etc.

También es utilizada en la construcción de pequeñas embarcaciones y muy especialmente de remos.

Es una madera apta para la elaboración de traviesas de ferrocarril.

Además, el plátano es un árbol con gran valor ornamental, muy empleado en plantaciones lineales, en paseos y carreteras, y, aislado, en plazas y jardines.

Esta madera es también considerada un buen combustible.

ESPECIE: Cerezo

NOMBRE CIENTÍFICO: *Prunus avium* L.

FAMILIA: Rosaceae.

SUBFAMILIA: Prunoideae.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES

Kerizondo (País Vasco).

Cerezo silvestre, silvestre, de monte, bravío.

Guindo zorrero.

Cirer, cirerer bort (Cataluña).

Maroviña, cereixeira (Galicia).

Guereciya (Navarra).

NOMBRES EXTRANJEROS.

Merisier, cerisier des oiseaux (francés).

European cherry (inglés).

Ciliegio montano (italiano).

Sübkirsche, waldkirsche, wildkirsche, vogelkirsche (alemán).

Foto 57: Aspecto del fuste de un cerezo

DISTRIBUCIÓN EN ESPAÑA

En su estado natural, no forma masas puras y en la Península Ibérica vive aislado en los bosques de la mitad septentrional. En Sierra Nevada sube hasta tocar la región alpina. Se cultiva en todas las regiones.

DESCRIPCIÓN DEL FUSTE

El cerezo es un árbol que alcanza 20-25 m de talla y hasta 60-80 cm. de circunferencia en la base del tronco. El fuste es recto y se prolonga hasta el extremo de la copa.

En buenas estaciones crecen rápidamente hasta los 50 ó 60 años y luego declina.

DESCRIPCIÓN DE LAS TROZAS

Árbol que en estado natural proporciona un fuste elevado, limpio de ramas, recto y de sección circular.



Foto 58: Plantación de alto rendimiento para la producción de madera de cerezo



La **veta verde** es el defecto más grave, pues hace que la madera no valga para el corte y que tome mal la coloración, formándose líneas oscuras que otorgan a la madera un aspecto basto. La presencia de veta verde no parece originarse por la velocidad de crecimiento, que es elevada en la juventud. Por el contrario, este defecto parece ser debido a la formación de madera de reacción asociada a un nivel elevado de coacciones en el crecimiento del árbol (defectos de forma y/o copas disimétricas) y a la nerviosidad de la madera.

Otro defecto importante es la **pudrición**. El cerezo está afectado por dos tipos. La pudrición blanca aparece en la base del tronco. No es muy grave pero reduce considerablemente el valor de la madera en pie, de la que debe ser eliminada la parte afectada. Es frecuente en árboles añosos. La pudrición negra se desarrolla a partir de una herida mal cicatrizada. Tiene tendencia a invadir todo el árbol que, como resultado, quedará hueco e inutilizable.

Otros defectos son los **nudos** gruesos, las **gomosidad** de los árboles añosos, las **manchas** de goma negra, **coloraciones** indeseables resultantes de la poda artificial, la **fibra torcida**, **bolsas de resina** (posible efecto de la poda artificial) y el **espesamiento de la albura**.

También en el tronco se produce una enfermedad bacteriana, la **Agalla de cuello**, provocada por *Agrobacterium tumefaciens*, que provoca tumores en el cuello y en la raíz. Debe eliminarse en vivero todo aquel árbol afectado y evitar herir a los demás.

En árboles añosos o debilitados se pueden producir ataques de escolítidos y xilófagos que deprecian la madera por las galerías que construyen.

Los cerezos cultivados tienen una madera de calidad análoga a los silvestres, pero suelen tener defectos más graves: podredumbres, heridas, etc.

Foto 59: Aspecto macroscópico de la madera de cerezo

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

La madera de cerezo presenta un color variable, en el que predomina un tono rojizo claro, que puede cambiar con la luz. A veces es ligeramente venoso.

La **albura** se diferencia del **duramen** por su color claro, amarillento-rosáceo, mientras que este último es castaño o pardo rojizo. Es característica la aparición de veta de color más oscuro que hace a esta madera especialmente aparente.

Los **anillos de crecimiento** son medianamente visibles.

La **fibra** es recta, aunque pueden existir pies de fibra torcida.

Los **radios leñosos** sólo son visibles en el corte radial. El espejuelo de la madera es bastante visible debido a la anchura de sus gruesos radios leñosos.

El **parénquima** y los **vasos** son, en cambio, poco visibles.

El **grano** es fino a muy fino, y la **textura** homogénea.



DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA.(R. Wagenfuhr y C. Scheiber, 1.974)

1.- VASOS, RADIOS LEÑOSOS y FIBRAS

Las características son las indicadas en la tabla 60

Tabla 60: Características de los vasos radios y fibras del plátano

Vasos	Numero por mm	90
	Diámetro máximo (μ)	75
	Proporción (%)	36
Radios leñosos	Numero por mm	irregular
	Diámetro máximo (μ)	110-130
	Grosor medio de las paredes (μ)	8-10
Fibras	Longitud (mm)	1,3-1,1-0,8
	Lumen (μ)	4.5
	Espesor de la pared (μ)	5,3
	Relación 2w/l	1,16
	Proporción de fibra (%)	47

4.- PARÉNQUIMA.

El parénquima puede adoptar disposición apotraqueal o paratraqueal.

Foto 60: Aspecto de la testa x4 aumentos

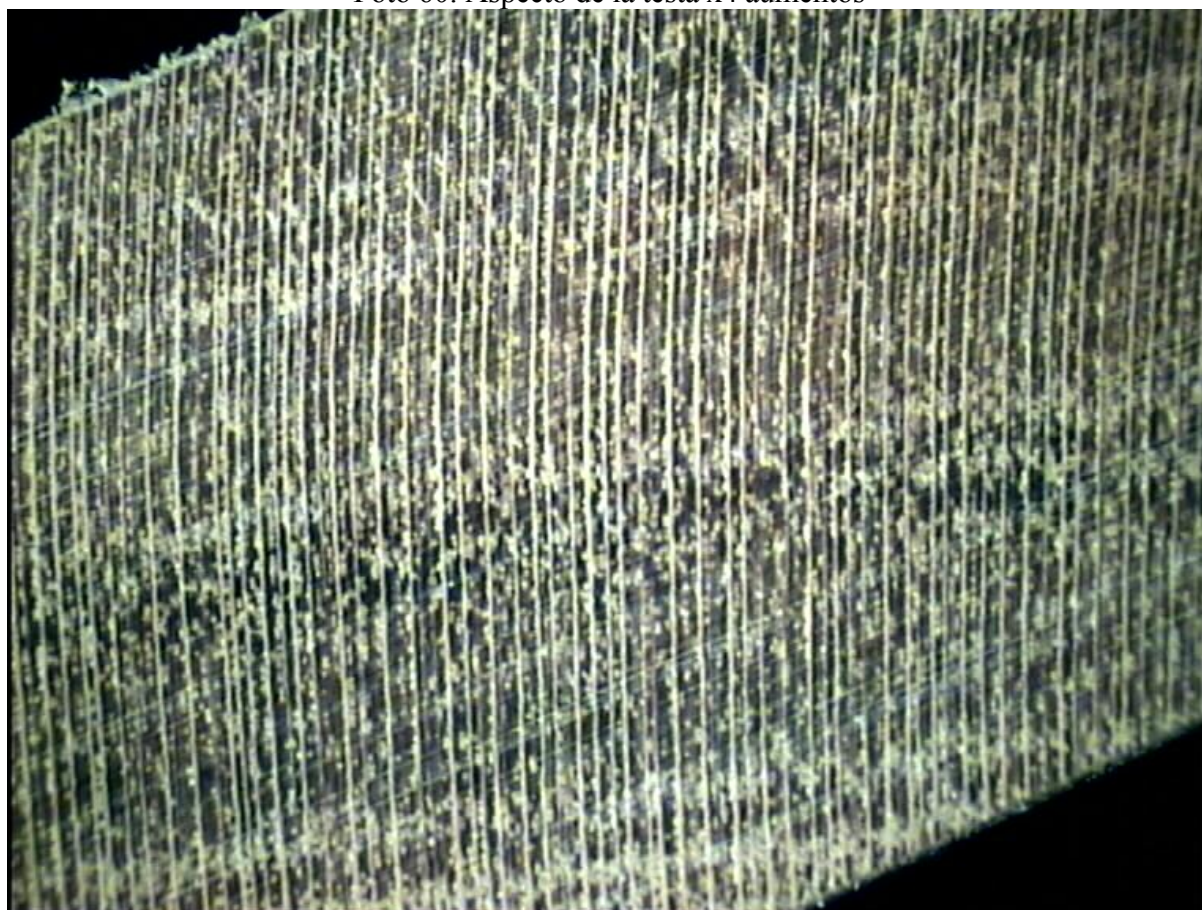
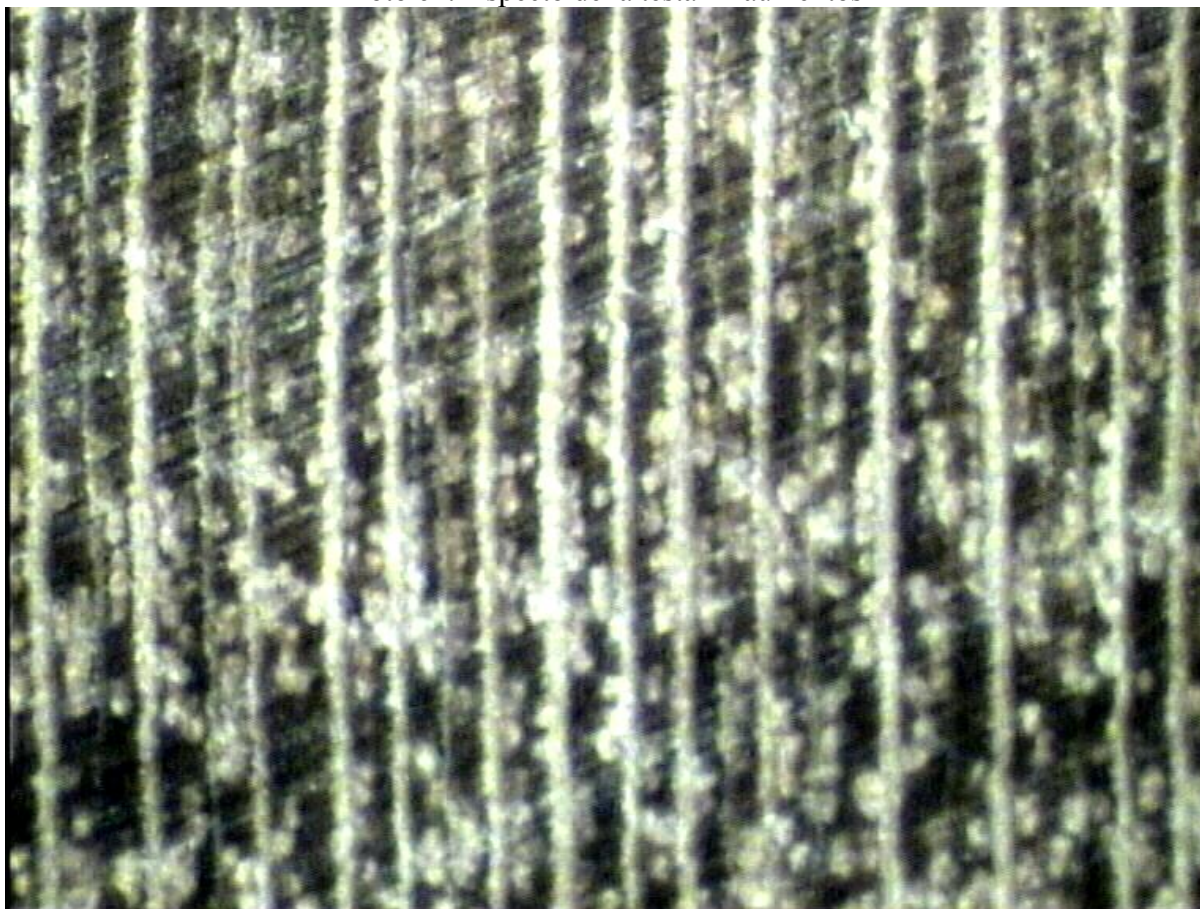


Foto 61: Aspecto de la testa x4 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (R. Wagenfuhr y C. Scheiber, 1.974)

Se indican en la tabla siguiente:

Tabla 61: Características físicas de la madera de cerezo

	Valor medio	Interpretación.
Densidad normal (peso específico aparente). (gr/cm^3)	0.61	Pesada
Dureza perpendicular a la fibra brinell kp/mm^2	3,1	
Dureza axial brinell kp/mm^2	5,9	
Contracción volumétrica total	14.0	Media
Punto de saturación de las fibras	30	Normal
Coef. De contracción volumétrico	0,46	Media
Contracción lineal tangencial	8,9	
Coef. De cont. Tangencial	0,30	
Contracción lineal radial	4,9	
Coef. De cont. Radial	0,16	
Relación entre coef. De cont. Tang y radial	1,9	Media a alta

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.

Se indican en la tabla siguiente:

Tabla 62: Características mecánicas de la madera de cerezo

	Mínimo	Medio	Máximo	Interpretación
Flexión estática. (kg/cm ²)	850	955	1060	Pequeña
Cota de flexión		15,6		Median. Elástica
Cota de tenacidad		1,93		Poco tenaz
Modulo de elasticidad		110.000		
Compresión paralela a la fibra (kg/cm ²)	450	495	540	Alta
Cota de calidad estática		8,1		Mediana
Esfuerzo cortante (kg/cm ²)		148		

DURABILIDAD.

Su durabilidad es media, aunque este hecho no es importante para su uso principal en carpintería interior y ebanistería.

La resistencia a la luz es baja, tornándose más roja con el tiempo.

TECNOLOGÍA DE LA MADERA

ASERRADO.

Las características de la madera de cerezo equiparan la operación de aserrado a la del castaño. Los defectos no impiden su desarrollo pero deprecian la madera porque reducen mucho el rendimiento.

DESENROLLO Y CHAPA A LA PLANA.

En este caso, se prefiere la madera de crecimientos finos y regulares (4 mm. entre cada anillo). Los defectos deprecian la madera para su chapado cuando se ubican en la albura.

SECADO.

No se ha comprobado que la veta verde se evite con un secado prolongado. De cualquier forma, la cédula de secado se expone a continuación (L.M. Fiske, 1.967):

Tabla 63: Cédula europea de secado. tablas de grosor <4 cm (*)

H (%)	T _S (°C)	T _H (°C)	H _R (%)	D _H (°C)	H.E.H. (%)	G
Verde	35.0	30.0	70	5.0	(12.3) 12.3	
60-40	35.0	29.5	60	5.5	(10.3) 12	(5.8) 5.0
40-30	38.0	28.0	50	10.0	(8.5) 8.3	(4.7) 4.8
30-20	43.5	29.5	40	14.0	(6.8) 6.5	(4.4) 4.6
20-15	48.5	29.5	35	19.0	(5.9) 4.5	(3.4) 4.4
15-H _i	60.0	38	30	22.0	(4.8) 3.6	(3.1) 4.2

(*)Para evitar gradientes excesivos, cuando se seca madera de grosor 4-7.5 cm., la H_R debe estar un 5% más alta que la señalada en cada etapa por la correspondiente cédula, y un 10% si la madera tiene un grosor de más de 7.5 cm.

CEPILLADO Y MOLDURADO.

No ofrece ninguna dificultad, excepto la madera procedente de árboles cultivados, en general tortuosos, en los que la fibra es muy irregular. Entonces se produce abundante repelo que debe solucionarse mediante un lijado cuidadoso.

TORNEADO.

Es una madera que se presta de forma especial al torneado y la talla, por su grano fino, su textura homogénea y su escasa dureza relativa en dirección axial.

CURVADO.

La madera de cerezo es apta para el combado gracias a su resistencia a la compresión.

ENCOLADO.

Se encola sin dificultad. Presenta algunos riesgos de manchas al utilizar colas muy ácidas.

LIJADO.

Se lija sin dificultad.

ACABADO.

Se pinta, se encera, se encola y se barniza bien. Los fabricantes tiñen frecuentemente las maderas de forma artificial, mediante la aplicación de soluciones alcalinas.

ASTILLADO.

No reviste ninguna dificultad, pero existen otras aplicaciones más rentables y apropiadas.

LEJIACIÓN Y DESFIBRADO.

No se utiliza para la fabricación de pastas de papel.

APLICACIONES.

Los tallos jóvenes se emplean para aros de tonelería.

Los fustes que tienen dimensiones suficientes para ser aserrados o utilizados para chapa a la plana son casi exclusivamente utilizados para la **fabricación de muebles y decoración de interior**, bien sea en forma de madera maciza o en forma de chapa. Se estima que alrededor del 80-85% de las chapas y el 95% de las piezas aserradas son destinadas a la elaboración de mobiliario.

Es una de las maderas más cotizadas en ebanistería y carpintería de interior, gracias a su belleza y fácil mecanizado y acabado. En los tableros anchos pueden originarse problemas de movimientos, dado el carácter relativamente nervioso de la madera.

Se emplea también en marquetería, construcción de instrumentos, artículos de oficina, objetos torneados y escultura. Las tradicionales pipas de fumar de madera de cerezo se construyen con otras especies distintas.

Para la chapa se prefiere la madera rosada.

ESPECIE: Cerezo negro americano.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Prunus serotina*.

FAMILIA: Rosaceae.

SUBFAMILIA: Prunoideae.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

Cerezo negro americano.

cerezo americano.

Cerezo negro.

NOMBRES EXTRANJEROS.

American Black Cherry (inglés).

DISTRIBUCIÓN.

Se extiende por toda Norteamérica, desde Ontario hasta Texas. Fue introducido en Europa en 1629 y se cultiva como especie forestal o como árbol de adorno en parques y jardines.

DESCRIPCIÓN DEL FUSTE.

Este cerezo se presenta bajo diferentes variedades. Puede alcanzar hasta 35 m., aunque lo normal es una altura de 20 m.

Foto 62: Tratamiento fungicida preventivo en plantaciones de cerezo americano



DESCRIPCIÓN DE LAS TROZAS.

La madera de cerezo puede presentar en algunas ocasiones unas vetas finas y oscuras de gomas o pequeños grupos de nudos de reducido tamaño.

Foto 63: Aspecto de la madera de cerezo negro americano



DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

La madera de **albura** varía entre el color blanco y el amarillo, mientras que la de **duramen** presenta un color marrón rojizo intenso.

La fibra es fina y cerrada. La superficie terminada posee un brillo sedoso que sólo el nogal puede superar. **Grano** fino a muy fino y **textura** homogénea.

Anillos de crecimiento moderadamente marcados.

Vasos, radios y parénquima no visibles a simple vista.

Foto 64: Aspecto de la testa x4 aumentos

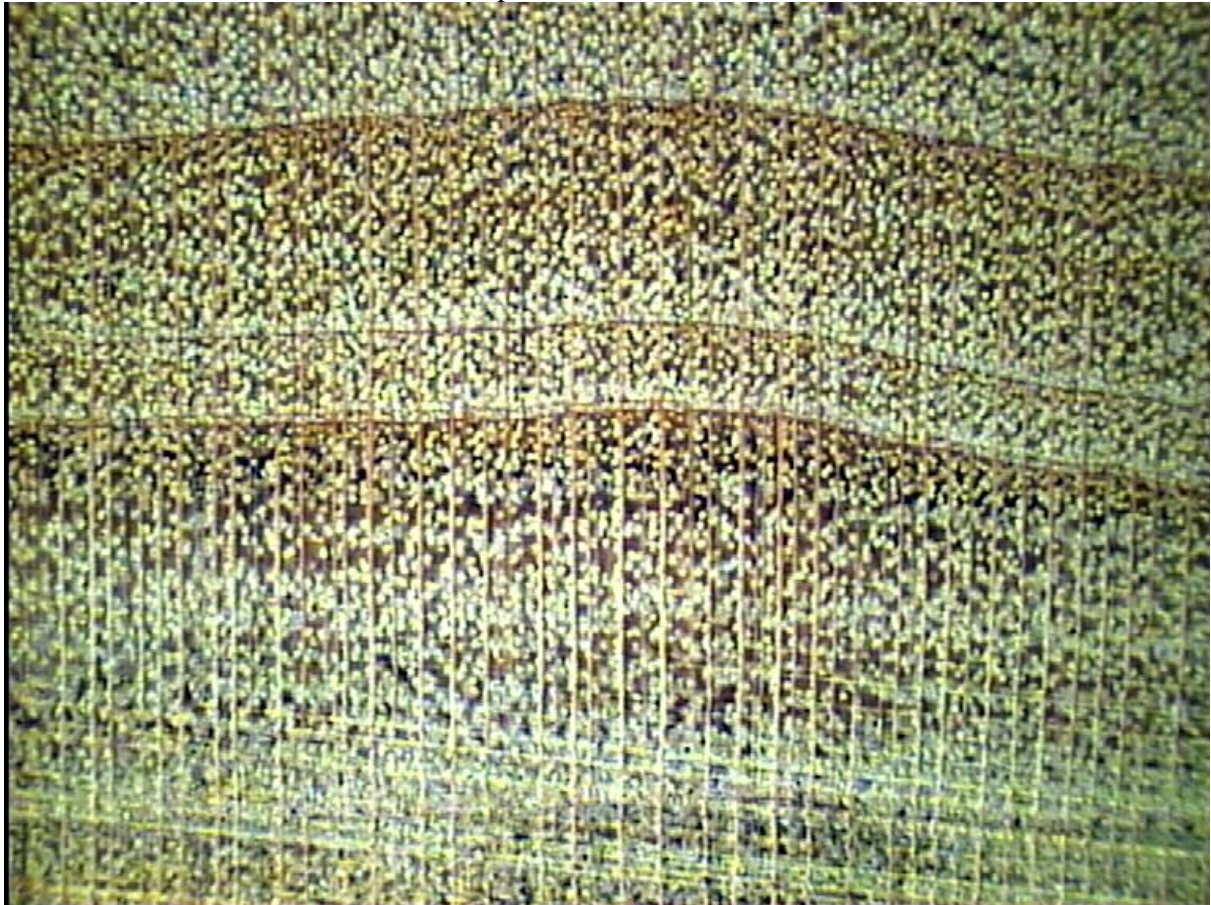
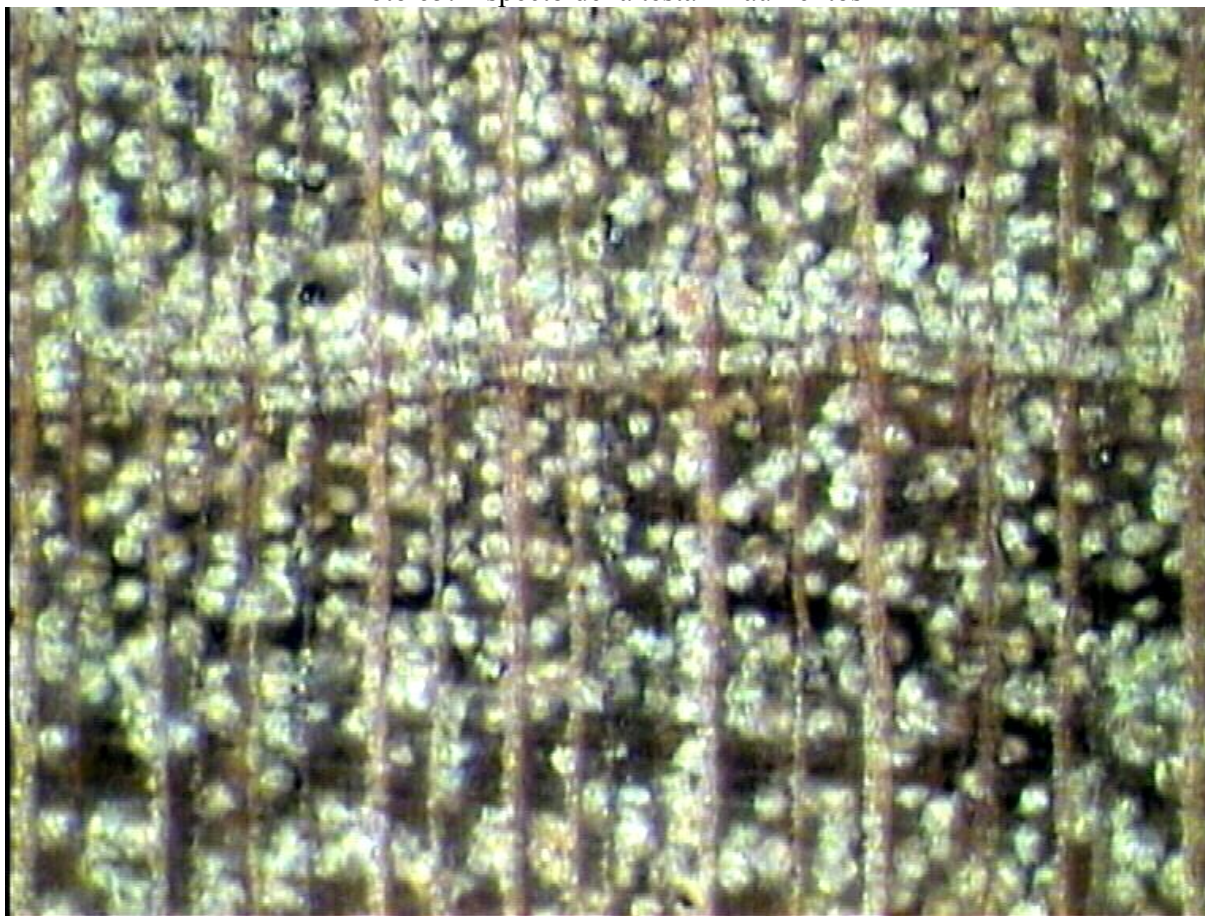


Foto 65: Aspecto de la testa x4 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS.

Los datos han sido obtenidos del American Hardwood Export Council. Especificaciones de frondosas de los E.E.U.U. y se indican en la siguiente tabla.

Tabla 64: Características fisicomecánicas del cerezo negro americano

	Medio	Interpretación.
Densidad normal (gr/cm ³)	0.55	Semipesada
Dureza radial janka	490	Blanda
Dureza tangencial janka	522	Semiblanda
Dureza paralela a la fibra janka	787	
Contracción volumétrica total	11.5	Media
Contracción lineal tangencial	7.1	
Contracción lineal radial	3,7	
Relación entre contr. tang. y radial	1,95	Alta
Resistencia a la flexión kg/cm ²	994	Pequeña
Modulo de elasticidad kg/cm ²	120.000	
Resistencia a la compresión kg/cm ²	600	Superior

TECNOLOGÍA DE LA MADERA.

OPERACIONES DE CORTE

En general, la mecanización de la madera de cerezo negro es excelente, tanto con sierras como con cuchillas o fresas. El cepillado no presenta repelo, gracias a la rectitud de su fibra y a su excepcional grano

SECADO. (L.M. Fiske, 1.967)

El secado tiene como principal problema el atejado. Sus cédulas recomendadas de secado son las indicadas en la tabla siguiente:

Tabla 65: Cédula de secado del cerezo negro americano para diferentes gruesos

H (%)	T _s (°C)	T _H (°C)	H _R (%)	D _H (°C)	H.E.H. (%)	G
TABLAS DE GROSOR 2.5, 3.0, 4.0 cm.						
> 30	54.5	49.0		5.5	12.0	
30-25	60.0	45.5	45.0	14.5	6.7	4.5
25-20	65.5	48.5	39.0	17.0	5.6	4.5
20-15	71.0	49.0	32.0	22.0	4.4	4.5
15-H _j	82.0	54.0	26.0	28.0	3.3	4.5
TABLAS DE GROSOR 5 cm.						
> 30	49.0	45.0		3.0	15.7	
30-25	54.5	42.5	57	9.5	8.8	3.4
25-20	60.0	44.5	50	13.0	7.3	3.4
20-15	65.5	46.0	42	16.5	5.9	3.4
15-H _j	71.0	46.0	32	28.0	4.4	3.4
TABLAS DE GROSOR 6.5 cm.						
> 30	49.0	46.0		3.0	15.8	
30-25	54.5	45.0	55	9.5	8.8	3.4
25-20	60.0	47.0	48	13.0	7.3	3.4
20-15	65.5	49.0	38	16.5	5.8	3.4
15-H _j	71.0	43.0	31	22.0	4.4	3.4
TABLAS DE GROSOR 8 cm.						
> 30	43.5	40.5		3.0	15.8	
30-25	49.0	39.5	55	9.5	8.8	3.4
25-20	54.5	41.5	48	13.0	7.3	3.4
20-15	60.0	43.5	38	16.5	5.8	3.4
15-H _j	71.0	49.0	31	22.0	4.4	3.4

CLAVADO Y ATORNILLADO.

Esta madera presenta una calidad mediocre en cuanto a la resistencia a la raja al clavar o atornillar. Siempre es conveniente realizar un pretaladro.

ENCOLADO.

La aptitud de esta madera para el encolado es muy buena, aunque el encolado con cola blanca aplicado con calor, provoca exudados que afecta al encolado. Salvo este detalle, no se conocen incompatibilidades con los pegamentos existentes en el mercado.

ACABADO.

Esta madera es insuperable en cuanto a sus cualidades de acabado y acepta muy bien todo tipo de productos.

APLICACIONES.

Esta madera se aplica fundamentalmente en la industria del mueble, bien como chapa o bien como madera maciza.

Como chapa, tiene la especial característica de la homogeneidad del color, con lo que se consigue casar fácilmente las diferentes partes que tiene el mueble.

Como madera maciza, además de esta cualidad presenta la ventaja de su fácil mecanización y su relativa buena estabilidad.

Tiene especial valor la madera de lupia de cerezo, en donde los diminutos nudos o las vetas muy pequeñas y oscuras de goma hacen que la madera de cerezo se distinga de cualquier otra madera de frondosa. Estas marcas confieren a la madera rasgos originales apropiados para su utilización en la construcción de muebles, paneles de revestimiento finos, carpintería, ebanistería y artículos de fantasía.

ESPECIE: Arce

NOMBRE CIENTÍFICO: *Acer pseudoplatanus* L.

FAMILIA: Aceraceae

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

Ostartxa, Astigar-zuria, azcar (País Vasco).

Arce.

Arce blanco.

Falso plátano.

Sicómoro.

Padrairo, pedrairo, praduiro (Galicia).

Plágano (Asturias)

NOMBRES EXTRANJEROS.

Plágano bastardo (portugués).

Faux platane, sycomore, erable blanc (francés).

Acero montano, acero falso (italiano)

Bergahorn, ohre, stumpfblättriger ahorn, weissahorn (alemán).

Sycomore, great maple, sycamore maple, harewood (inglés).

Foto 66: Aspecto del follaje del
arce

DISTRIBUCIÓN EN ESPAÑA.

En la Península Ibérica, el arce aparece siempre como especie de montaña, sin formar rodales y con poca importancia forestal. Se concentra en el Norte: Pirineos y Cantabria, hasta el norte de Portugal.

DESCRIPCIÓN DEL FUSTE.

El arce blanco es un árbol elevado, de 20-30 m de talla.

DESCRIPCIÓN

MACROSCÓPICA.

La **albura** y el **duramen** se diferencian poco. La madera es blanca y lustrosa.

Es muy homogénea por lo que, en general, los caracteres estructurales



no son perceptibles a simple vista. Esta circunstancia se debe a la distribución regular de los vasos entre las fibras. A veces presenta **vetas** longitudinales finas de color marrón.

Los **anillos de crecimiento** aparecen bien marcados, muy estrechos y apenas sin transición entre la madera de primavera y verano.

La **fibra** puede ser ondulada y presentar forma sinusoidal, hecho que tiene una gran importancia para sus aplicaciones.

Foto 67: Aspecto macroscópico de la madera de arce



Los **vasos** son de pequeño diámetro. Se reparten de forma difusa, aislados en su mayoría, aunque también pueden ser biseriados y triseriados. Presentan una gran uniformidad en cuanto a tamaño y no hay diferencias entre los vasos de la zona de primavera y los de la zona de verano.

Los **radios leñosos** son finos y numerosos, de trayectoria rectilínea, destacando de la masa fundamental por su tonalidad blanquecina. En la sección radial, bien orientada, presenta un tenue moaré debido a los mismos.

El **grano** es fino y la **textura** también. No presenta ningún **olor** especial.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA (AITIM, Boletín de Información Técnica nº 69 y R. Keller, 1974).

1.-VASOS.

Los vasos son redondos u ovalados. Se distribuyen de forma difusa, sin grandes diferencias de tamaño entre los de la zona de primavera y los de verano. Generalmente son uniseriados, aunque también se presentan biseriados y triseriados. Las punteaduras son de forma lenticular y areola poligonal. Poseen engrosamientos espiralados. Las perforaciones son simples. Los parámetros fundamentales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 66: Características de los vasos radios y fibras del arce

Vasos	Numero por mm	20-30
	Diámetro máximo (μ)	80-90
	Grosor medio de las paredes (μ)	3-4
Radios leñosos	Numero por mm	8-10
	Altura máxima (μ)	550-570 (60 células)
	Nº de células	1-8
	Grosor máximo (μ)	80-90 (los multiseriados)
Fibras	Longitud (mm)	0,67-1,08

2.-RADIOS LEÑOSOS.

Los radios leñosos pueden ser uniseriados, biseriados y en mayor proporción multiseriados. Son homogéneos. Sus características principales se resumen en la tabla 66.

3.-FIBRAS.

Son de forma irregular y, en general, se disponen en filas radiales. En la sección tangencial se presentan con ligeras ondulaciones. Sus paredes son lisas. Esporádicamente aparecen fibras suplementarias con la pared interior dividida por espacios muy cortos. Son libriformes, de 670 a 1080 μ . Existen fibrotraqueidas en pequeño número y traqueidas vasculares.

4.-PARÉNQUIMA.

El parénquima puede ser terminal, paratraqueal y metatraqueal difuso. Éste último es muy escaso.

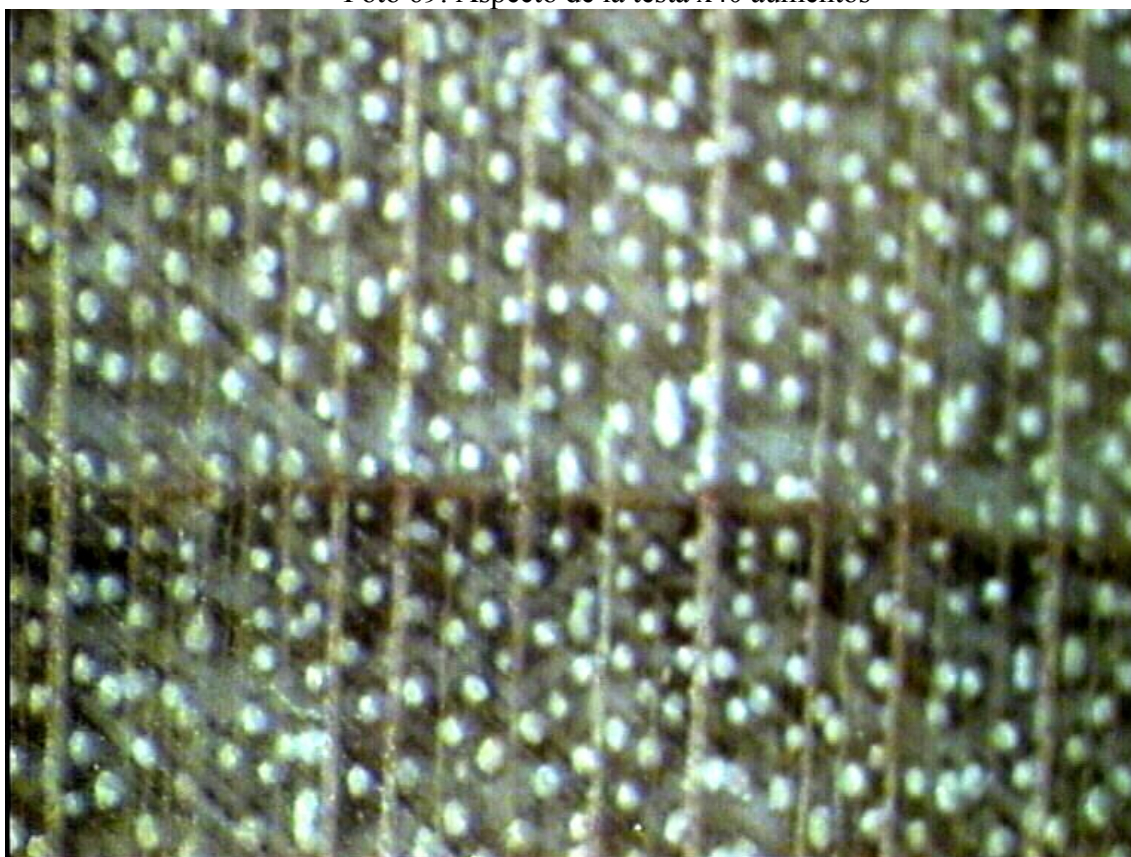
5.-CONTENIDO CELULAR.

Algunas células de los radios leñosos alojan sustancias protoplasmáticas solidificadas (gomoresina).

Foto 68: Aspecto de la testa x4 aumentos



Foto 69: Aspecto de la testa x40 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS. (R. Wagenfhur y C. Scheiber, 1.974)

Se indican a continuación.

Tabla 67: Características fisicomecánicas del arce

	Mínimo	Medio	Máximo	Interpretación.
Densidad normal (gr/cm. ³)	0.53	0.63	0.79	Ligera
Dureza paralela a la fibra (brinell) kp/mm ²		6.2		
Dureza perpendicular a la fibra (brinell) kp/mm ²		2.7		Blanda
Contracción volumétrica total		11.5		Contracción media.
Contracción lineal tangencial		8.0		
Contracción lineal radial		3.0		
Contracción lineal axial		0.5		
Punto de saturación de la fibra		34		Elevado
Coeficiente de contracción volumétrica		0.34		Poco nerviosa
Coeficiente contracción tangencial		0.23		
Coeficiente contracción radial		0.08		
Coeficiente contracción axial		0.01		
Relación c.c.tang./c.c.radial		2.43		Muy alto
Higroscopicidad		0.0047		Fuerte
Porosidad (%)		61		
Flexión estática. (kg./cm. ²)	500	950	1400	Pequeña
Cota de flexión	7.9	15.1	22.2	Mediana
Cota de tenacidad	1.7	1.9	1.9	Poco tenaz
Modulo de elasticidad	64000	94000	152000	
Flexión dinámica. (kg*m/cm. ²)		0.65		Medianam.resist.
Cota dinámica		1.64		Resilente
Compresión paralela a la fibra.(kg./cm ²)	290	490	720	Superior
Cota de calidad estática	4.6	7.8	11.4	Mediana
Esfuerzo cortante. (kg./cm ²)	90	120	150	
Tracción paralela. A la fibra. (kg./cm ²)		820		
Cota de calidad		13.0		
Compresión perpendicular a la fibra (radial) (kg./cm ²)		150		
Cota de calidad		2.4		

DURABILIDAD.

La madera de todos los arces presenta una escasa durabilidad natural. Es muy sensible a los ataques de hongos, en particular al azulado y otras decoloraciones anormales, y a insectos tales como los Anóbidos.

Bajo la acción de la luz se oscurece y adquiere un fino brillo.

TRATABILIDAD

Esta madera puede impregnarse con facilidad, especialmente la albura, mediante sustancias preservativas, incluyendo aceites u otras sustancias con componentes metálicos (zinc, antimonio, plomo,...). En resumen, la permeabilidad del arce se considera buena.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS. (R. Wagenfur y C. Scheiber, 1.974)

Las características químicas de la madera de arce se resumen a continuación:

Tabla 68: Características químicas del arce

Benzol-alcohol-extractos (%)		2.5
Extracto De éter	Solubilidad en agua (%)	-
	Lignina (%)	25.3
Azúcares	Celulosa (%)	38.3
Completo	Pentosanos (%)	20.3
Grupos acetílicos (%)		-
Ph		5.3
Ceniza (%)		0.37
Alcalis solubles (%)		20.3
Restos	Metoxil (%)	6.3
Almidón (%)		3-7

TECNOLOGÍA DE LA MADERA.

APEO, DESRAME, TRONZADO Y DESCORTEZADO.

De forma tradicional, al igual que la mayoría de los árboles, se recomienda que estas operaciones se realicen en invierno, para reducir el contenido en azúcares que tiene la savia, pues en ocasiones puede llegar a contener hasta un 5%. De esta forma se aumenta la durabilidad de esta madera.

Dado que la contracción volumétrica total es muy elevada con respecto al coeficiente de contracción volumétrica, conviene evitar el secado de la madera antes de su aserrado, y por tanto no se recomienda descortezar en el monte.

ASERRADO.

El aserrado, dada su mediana dureza, su grano y homogeneidad, no entraña dificultades importantes, más que las de obtener el mejor despiece de esta madera.

Las herramientas a utilizar para realizar el aserrado, y en general el corte son las mismas que para el haya.

El despiece más aconsejable es el radial, pues se busca la fina figura que proporcionan sus radios leñosos pequeños. En los cortes tangenciales se intenta evitar el posible ateado de las piezas. Por todo ello, el equipo más aconsejable es el tradicional de la sierra de carro, con el que se procede de la siguiente forma: se realiza un corte al centro (a 5 a 10 cm de la médula), y con el costero que resulta, se dan cortes perpendiculares al primero de referencia. Posteriormente se efectúa otro corte al centro (dejando otros 5 a 10 cm) para obtener el otro costero y proceder de

la misma forma. Por último, la pieza que queda, se corta, dejando aislada la pieza central, que contiene los principales defectos.

TRATAMIENTOS.

No se tiene cédula de tratamiento de esta madera, pero por sus características de permeabilidad y dureza, es muy similar a la del haya.

DESENROLLO Y CORTE A LA PLANA.

Se puede asimilar a lo ya señalado del haya.

SECADO.

Dada la gran diferencia de contracciones entre el corte tangencial y el radial, se recomienda secar las trozas de forma lenta, para evitar la aparición de atejados, bien con temperaturas bajas y humedades relativas muy bajas, o bien con temperaturas altas y humedades relativas altas.

A continuación se exponen dos tipos de cédulas (L.M.Fiske, 1.967).

Tabla 69: Cédula europea de secado del arce.

H (%)	T _S (°C)	T _H (°C)	H _R (%)	D _H (°C)	H.E.H. (%)	G
Tablas de grosor <4 cm. (*)						
Verde	35	31	70	6	12.4	5.8
60-40	35	28	60	7	10.3	5.8
40-30	38	30	50	8	8.6	4.6
30-20	43.5	31	40	12,5	6.8	4.4
20-15%	48.5	32	35	16,5	5.9	3.4
15-H _j	60	40	30	20	4.8	3.1
Tablas de grosor >4 cm. (*)						
Verde	48.5	46,5	85	2	18.2	3.3
60-40	48.5	46,5	85	2	18.2	3.3
40-30	51.5	46,5	75	5	12.8	3.1
30-25%	54.5	46	65	8.5	9.7	3.1
25-20%	60	48,5	55	11.5	8	3.1
20-15%	68	54	45	14	6.7	3.0
15-H _j	76.5	57	40	19.5	5	3.0

(*)Para evitar gradientes excesivos, cuando se seca madera de grosor 4-7.5 cm., la HR debe estar un 5% más alta que la señalada en cada etapa por la correspondiente cédula, y un 10% si la madera tiene un grosor de más de 7.5 cm.

CEPILLADO Y MOLDURADO.

La dureza mediana, el grano fino y la homogeneidad de esta madera hace que el cepillado, moldurado y fresado se realice sin dificultades. El único problema que se presenta es la ondulación de la fibra que produce repelo, fácilmente solucionable en el lijado de la madera

TORNEADO.

Es una madera apta el torneado y la talla. No presenta dificultades para ninguna de estas operaciones.

CURVADO.

Aunque no tiene la suficiente flexibilidad y resistencia a la compresión, su grano y homogeneidad permiten que pueda realizarse esta operación sin ninguna precaución especial.

CLAVADO Y ATORNILLADO.

Es una madera poco apta para el clavado y atornillado, debido a su escasa resistencia a la hienda.

ENCOLADO.

No presenta ningún tipo de incompatibilidades con las colas del mercado

LIJADO.

No presenta ninguna dificultad para proceder al pulido de las superficies, gracias a su homogeneidad y su grano fino. Podrían surgir problemas si por la ondulación de la fibra existiese repelo, en cuyo caso, el lijado debe iniciarse con granos bajos. Por su grano fino, conviene llegar a valores de lija de hasta 150-180.

ACABADO.

La operación de acabado se realiza sin ningún tipo de dificultad. Se tiñe muy bien, lo que aumenta aún más su valor. De hecho, puede ser incluso empleada como imitación de nogal o ébano.

APLICACIONES

APLICACIONES COMO MADERA EN ROLLO: POSTES, APEAS Y ESTACAS.

No es una madera utilizada como postes o estacas, debido sobre todo a sus importantes utilidades como madera maciza, en ebanistería y carpintería. De cualquier forma, su contracción volumétrica de tipo medio favorece la formación de fendas que no la descalifican para estos usos. Por el contrario, la falta de durabilidad sí supondría un inconveniente importante para estas aplicaciones.

MADERA MACIZA.

Las principales propiedades físicas (sobre todo su estabilidad dimensional y su trabajabilidad) y mecánicas (fundamentalmente en la dirección de la fibra) de la madera de arce unidas a su veteado (los límites de los anillos son visibles), los espejuelos (pequeños y muy estéticos en los cortes radiales), y su blancura, convierten al arce en una especie muy cotizada en numerosos campos, fundamentalmente en el mueble, bien como madera maciza o bien como chapa.

Como madera maciza, se utiliza en la fabricación de muebles de calidad, tanto en modelos de estilo clásico, como en el mueble moderno, siempre en una gama media-alta del mercado. Tiene especial interés en los muebles torneados o con talla, por la facilidad y calidad de trabajo que proporciona.

En combinación con otras maderas de colores oscuros o negros, o con ella misma, pero tintada en diversos colores, es empleada en marquetería proporcionando un elevado contraste de color.

También es aprovechada en la fabricación de instrumentos de precisión, torneados (copas, tazas, cubiletes, canillas de toneles, utensilios de cocina de todo tipo, juguetes, etc.), instrumentos musicales de viento (cajas de resonancia, tapas traseras de violines, violonchelos y contrabajos)...

En general, las propiedades mecánicas de la madera de arce son excelentes para numerosos usos tradicionales: construcción de remos, quillas de embarcaciones, bolas, piezas de carretería, bornes para armas de fuego, culatas de fusiles, pies de sillas y butacas, escaleras, fabricación de cofres y arcas, etc.

Además proporciona un **parqué** de buena calidad tanto por su estética como por su resistencia al aplastamiento.

Por último, es una de las maderas más indicadas para la talla en madera, estando fabricadas en esta madera los famosos pasos de Berruguete.

CHAPA Y TABLERO CONTRACHAPADO

Los mejores pies, y sobre todo aquellos que presentan fibra ondulada se destinan para la producción de chapa a la plana, dando despieces radiales, con los que se obtiene un producto, cuya cotización en el mercado es especialmente elevada.

TABLEROS DE FIBRAS. TABLEROS DE PARTÍCULAS. TABLEROS ALISTONADOS. PASTAS CELULÓSICAS.

La producción de esta madera es tan pequeña y diseminada que no es factible su utilización para estas industrias.

OTROS USOS.

Como combustible, tiene propiedades caloríficas similares a las del haya. A partir de su leña se obtiene buen carbón.

La savia puede utilizarse como cosmético, o como edulcorante en pequeña cantidad.

Es un árbol muy plantado en jardines, parques y paseos.

ESPECIE: Abedul.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Betula pendula* Rothm.

FAMILIA: Betulaceae.

SUBFAMILIA: Betuleae.

SINONIMIAS.

Betula verrucosa Ehrh. = *Betula alba* auct.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

Urkía, urrki, urquiya (País Vasco).

Abedul.

Bedul (León y Asturias).

Bedoll (Cataluña).

Albar (Pirineos de Huesca).

Aliso blanco (Segovia).

Bedut, beduch, bedot (Valle de Arán).

Bes (Montseny).

Biezo (S^a de Gredos y La Rioja).

Bidueiro, bédolo, bidro, bidró, biduo (Galicia).

Pobos (Navaluenga).

NOMBRES EXTRANJEROS.

Betulla europea, betulla pendula, betulla pubescente (italiano).

Bouleau européen, bouleau pubescens, bouleau verruqueux (francés).

Europäische birke, gemeine birke, hoarbirke, ruchbirke, warzenbirke (alemán).

European birch, pubescens birch, silver birch (inglés).

DISTRIBUCIÓN EN ESPAÑA.

Se halla, en forma de pequeños rodales desde Gerona hasta La Coruña, siguiendo la cadena montañosa formada por los Pirineos y la Cordillera Cantábrica. Es más escaso en el Sistema Central, en la Serranía de Cuenca y en los Montes de Toledo.

DESCRIPCIÓN DEL FUSTE.

Árbol de talla media (20 a 25m) y escaso desarrollo diamétrico.

DESCRIPCIÓN DE LAS TROZAS.

Las trozas del abedul en España son bastante tortuosas y cilíndricas, sin apenas nudos o con nudos pequeños y sanos.

Los defectos típicos son la tableadura, debidas a la inclinación del fuste, por las condiciones en las que vive, y las pudriciones o alteraciones de color en el interior del fuste.

Foto 70: Aspecto del fuste del abedul



DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

La madera es de color amarillo naranja pálido. No tiene diferenciada la **albura** del **duramen**. Presenta **vetas** en sentido longitudinal más o menos claras y esporádicamente, en igual sentido, finas líneas de longitud variable de color siena.

Los **anillos de crecimiento** son difíciles de observar. La zona de verano aparece en fajas concéntricas de color más oscuro que el resto.

Los **vasos** son pequeños y numerosos y no se aprecian a simple vista, al igual que los **radios leñosos**, que son finos y abundantes de color más blanco que la masa fundamental.

La **fibra** es derecha. El **grano** es fino y la **textura** homogénea. Posee cierto **brillo** característico.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA (F. Nájera y V. López (1969) y A. Caperos y J.L. Serfaty, 1969).

1.- VASOS.

Los vasos se presentan aislados y en grupos de dos a cinco o más, unidos entre sí por finos tabiques. Su distribución es difusa. Las punteaduras son sencillas, de forma oval y muy finas, ubicadas en las paredes tangenciales. Las perforaciones son escaleriformes con barras finas y apretadas, sin engrosamientos helicoidales. Los parámetros característicos se indican en la tabla 70.

Foto 71: Aspecto macroscópico de la madera de abedul



2.- RADIOS LEÑOSOS.

Los radios leñosos se componen de 1 a 4 células de espesor. La trayectoria de los más gruesos es generalmente rectilínea en contraposición con la de los unicelulares que es ondulada. En la tabla 70 se enumeran los valores más significativos:

3.- FIBRAS.

Las fibras son pentagonales y de luz ancha de características:

4.- PARÉNQUIMA.

El parénquima puede ser metatraqueal difuso, paratraqueal y terminal, septado. El metatraqueal se presenta en cortas filas tangenciales de una sola célula de espesor y los otros dos en células aisladas muy escasas.

Tabla 70: Características de los vasos radios y fibras del abedul

Vasos	Numero por mm	60-80
	Diámetro máximo (μ)	-
	Grosor medio de las paredes (μ)	1-2
Radios leñosos	Numero por mm	10-12
	Altura máxima (μ)	450-500
	Grosor máximo(μ)	20-25
Fibras	Longitud máxima, media y mínima (mm)	1.80-1,29-0,76
	Relación longitud/anchura (esbeltez)	52.4
	Proporción de pared	32.3

5.- ANILLOS ANUALES.

La zona de verano presenta tres o cuatro filas de células aplastadas en sentido tangencial.

6.- CONTENIDO CELULAR.

En un pequeño número de células de parénquima pueden encontrarse pequeñas partículas de protoplasma solido de color pardo rojizo.

Foto 72: Aspecto de la testa x4 aumentos

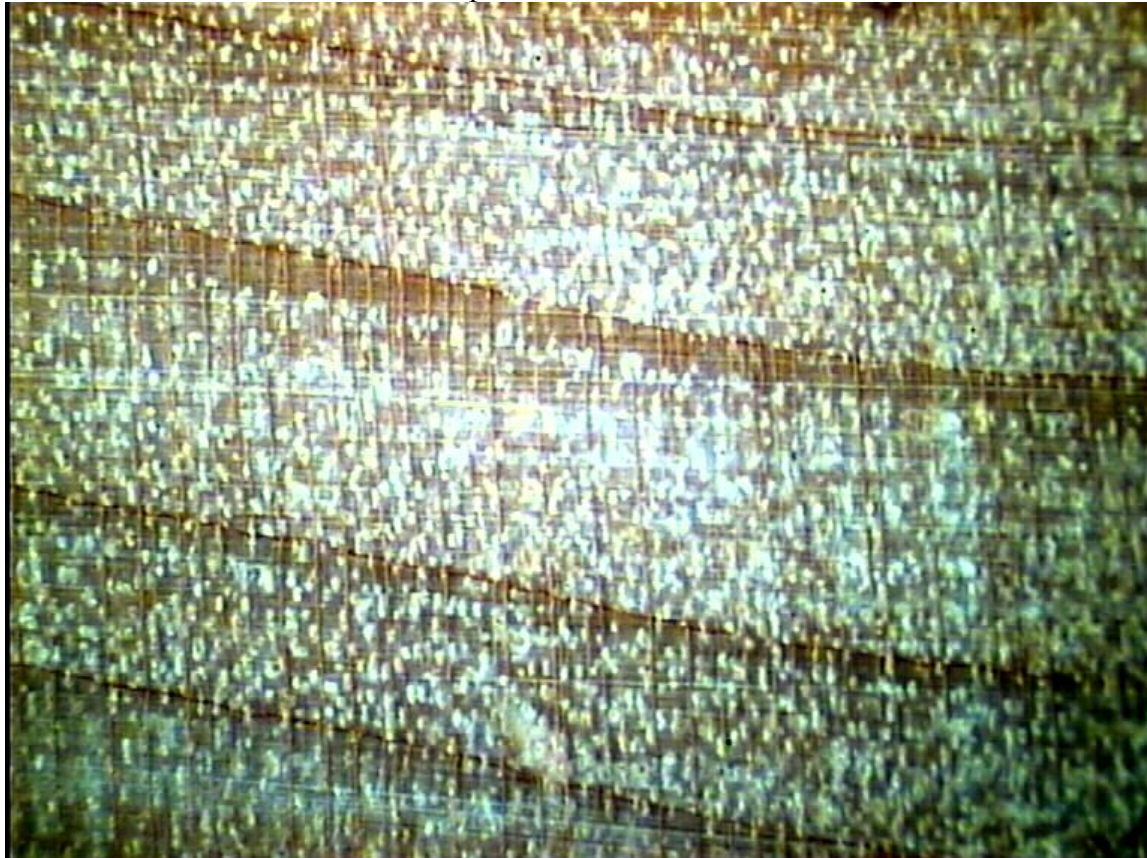
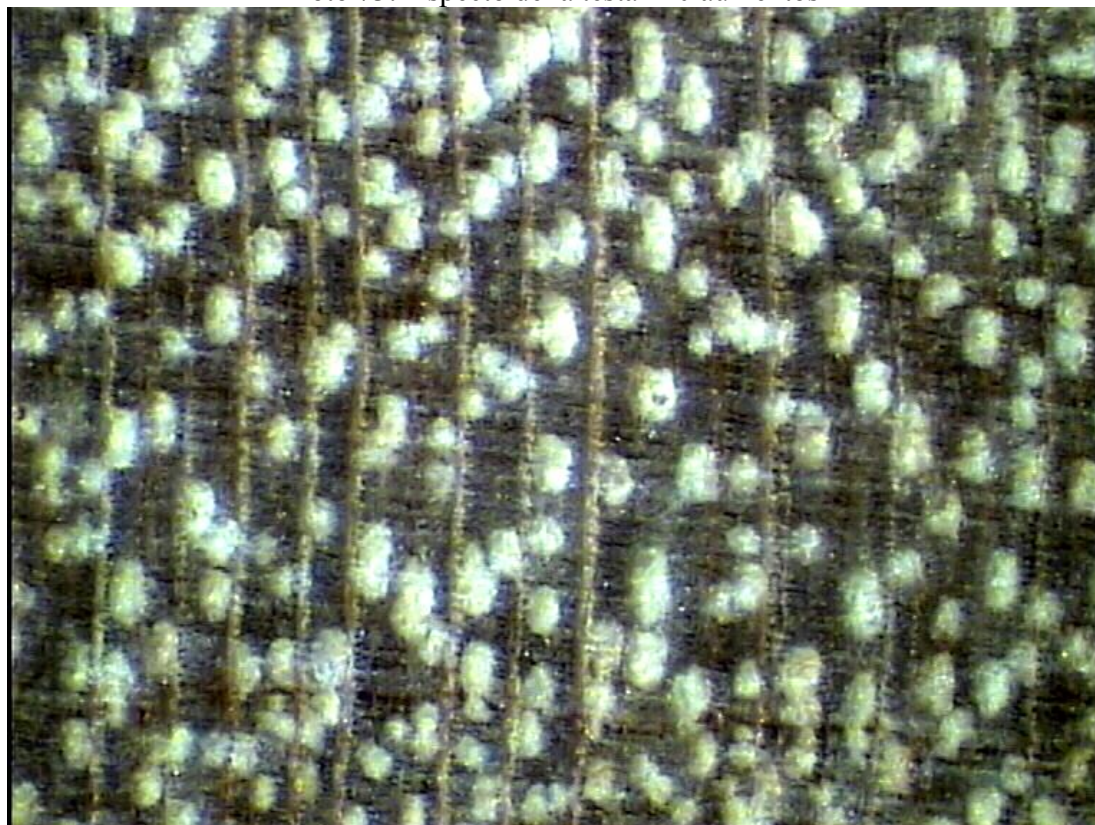


Foto 73: Aspecto de la testa x40 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS. (A. Gutiérrez Oliva 1.967 y R. Wagenfur y C. Scheiber, 1.974). Se indican en la tabla 71 y 72

Tabla 71: Características físicas de la madera de abedul

	Mínimo	Medio	Máximo	Desv. Típica	Interpretación.
Densidad normal (peso específico aparente). (gr/cm ³)	0.596	0.653	0.692	0.047	Semipesada
Dureza chalais meudon tangencial	2.20	3.06	3.52	0.62	Semiblanda
Cota de dureza	5.45	7.41	8.69	1.38	
Dureza brinell perpendicular		2,5			
Dureza brinell paralela		5,9			
Contracción volumétrica total	11.4	15.52	17.0	2.75	Grande
Contracción lineal tangencial	-	5.29	-	-	-
Contracción lineal radial	-	4.33	-	-	-
Punto de saturación de la fibra	-	30	-	-	
Coefficiente de contracción volumétrica	-	0.38	-	-	Algo nerviosa
Coefficiente contracción tangencial	-	0.18	-	-	-
Coefficiente contracción radial	-	0.15	-	-	-
Relación c.c.tang./c.c.radial	-	1.2	-	-	-
Higroscopicidad	0.0034	0.0037	0.0039	0.00024	

Tabla 72: Características mecánicas de la madera de abedul

	Mínimo	Medio	Máximo	Desv. Típica	Interpretación.
Flexión estática. (kg/cm ²)	1428	1548	1656	124.01	Mediana
Cota de flexión	22.3	23.4	26.7	1.06	
Cota de rigidez	21.0	24.3	26.7	2.81	
Cota de tenacidad	2.7	2.9	3.2	0.22	
Modulo de elasticidad	-	170000	-	-	-
Trabajo unitario (kg*m/cm ²)	0.47	0.52	0.47	0.05	Mediana
Cota dinámica	1.04	1.23	1.30	0.12	
Compresión paralela a la fibra. (kg/cm ²)	452	526	616	67.69	Alta
Cota de calidad estática	7.4	8.1	9.0	0.76	Alta
Hienda (kg/cm)	15.66	16.90	18.03	1.24	Mediana
Cota estática	0.24	0.26	0.28	-	Medianam.hendible
Tracción perp. A la fibra (tangenc.) (kg/cm ²)	31	33	39	4.32	Mediana
Cota de calidad	0.47	0.51	0.60	-	Alta adherencia
Compresión perp. A la fibra (radial) (kg/cm ²)	-	111	-	-	-
Cota de calidad	-	1.7	-	-	-
Compresión perp. A la fibra (tangencial) (kg/cm ²)	-	106	-	-	-
Cota de calidad	-	1.7	-	-	-

DURABILIDAD.

Tiene muy pocos enemigos naturales. Sus cualidades más importantes se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 73: Características de durabilidad de la madera de abedul

Durabilidad	Albura	Duramen
Hongos	No durable	No durable
Termita	No durable	No durable
Polilla	Muy durable	Muy durable
Carcoma fina	No durable	Muy durable
Carcoma gruesa	Muy durable	Muy durable
Resistencia a la luz	Alta	

TECNOLOGÍA DE LA MADERA.

La madera de abedul no presenta dificultades para su mecanización.

ASERRADO.

Para un ancho de cinta de 100 mm , el ángulo de ataque deberá ser de 25° y la profundidad del diente de 11 mm. Por tratarse de maderas blandas se utilizará un paso alto (60 mm. para aserrado de troncos y 20 mm, en carpintería). El perfil de diente a utilizar será de tipo CASADO Y tipo LORO.

DESENROLLO Y CHAPA A LA PLANA.

La madera de abedul es apta para su desenrollo. De hecho, se obtiene chapa de excelentes cualidades, debido fundamentalmente a las características físico-mecánicas de la madera. Como desventajas se puede mencionar la elevada contracción volumétrica y su carácter nervioso moderado. Ambas cualidades se ven relativamente compensadas por una relación entre los coeficientes de contracción tangencial y radial muy próxima a la unidad.

SECADO.

Debe procederse a un secado cuidadoso, pues la madera presenta cierta tendencia a la producción de fendas. La cédula de secado correspondiente es la siguiente (L.M. Fiske, 1.967):

Tabla 74: Cédula europea de secado. Tablas de grosor <4cm.

H (%)	T _S (°C)	T _H (°C)	H _R (%)	D _H (°C)	H.E.H. (%)	G
Verde	48.5	44.0	75	4.5	13.3	4.5
60-40	48.5	44.0	70	4.5	13.3	4.5
40-30	51.5	42.5	60	9.0	9.4	4.2
30-25	54.5	42.5	50	12.0	7.5	4.0
25-20	60.0	45.5	45	14.5	6.6	3.8
20-15	68.0	50.0	40	18.0	5.5	3.6
15-H _i	76.5	54.5	40	22.0	4.3	3.5

(*)Para evitar gradientes excesivos, cuando se seca madera de grosor 4-7.5 cm., la HR debe estar un 5% más alta que la señalada en cada etapa por la correspondiente cédula, y un 10% si la madera tiene un grosor de más de 7.5 cm.

CEPILLADO Y MOLDURADO.

Es una operación que se realiza sin dificultad, quedando muy buena calidad de superficie

TORNEADO.

No presenta ninguna dificultad para el desarrollo de esta operación.

CURVADO.

Es una madera que se curva sin ninguna dificultad.

CLAVADO Y ATORNILLADO.

Su cota estática y el valor de la hienda hacen de esta madera obligan a proceder al clavado y atornillado con bastante precaución.

ENCOLADO.

No presenta problema para el encolado.

LIJADO.

Su grano, homogeneidad, rectitud de la fibra favorece esta operación. Es conveniente llegar hasta granos de 150-180, para facilitar el acabado.

ACABADO.

Toma muy bien los tintes, y se barniza sin ninguna dificultad con cualquier producto comercial.

ASTILLADO

La baja dureza permite la penetración de la cuchillas de las astilladoras corrientes, de forma que esta operación se realiza fácilmente y de una forma muy económica desde el punto de vista energético. Debido a la blancura de esta madera, la calidad de los tableros obtenidos vendrá en función del proceso de fabricación y de la cola empleada.

LEJIACIÓN.

Al presentar bajo contenido en resinas esta madera puede ser tratada favorablemente mediante ácido (tratamiento al bisulfito). Al presentar color claro la pasta se clasifica como de primera clase.

La facilidad de blanqueo, así como la longitud de fibras media y un normal contenido en celulosas permite el tratamiento para pastas al sulfato.

DESFIBRADO.

El bajo valor de la tracción perpendicular a las fibras favorece la operación de desfibrado, que se realiza con rapidez y con bajo consumo de energía. El color blancuzco de esta madera favorece los distintos usos de esta pasta mecánica.

APLICACIONES

Por su densidad, grano fino y condiciones de homogeneidad la madera de abedul tiene múltiples aplicaciones.

POSTES, APEAS Y ESTACAS.

Su elevada contracción volumétrica favorece la formación de fendas que desaconsejan su utilización como madera en rollo, especialmente en las aplicaciones de mayores dimensiones.

Con los tallos jóvenes se obtienen aros para tonelería y cuerdas para almadías y maderadas. Con las ramillas se fabrican escobas.

MADERA MACIZA.

La **ebanistería** es la principal aplicación de esta madera, muy empleada para la fabricación de muebles de estilo, dentro de una gama económica, así como para interiores de muebles de lujo.

En **carpintería** puede emplearse para la fabricación de puertas, obtener molduras de formas muy variadas y frisos de calidad adecuada. Su color claro y facilidad de tintado permite conseguir cualquier tono. Es una madera ideal para hacer adornos a base de molduras, cercos, etc...

No es una madera apta para **parquet**, ya que es excesivamente blanda.

No es recomendable utilizarla en la fabricación de **ventanas** debido a su escasa durabilidad a la intemperie y sobre todo a las alternancias sequía humedad.

En **construcción** no es muy recomendable dadas las escasas características mecánicas y sobre todo de durabilidad.

No tiene mucha resistencia a la flexión dinámica, pero puede ser utilizada en **envases y palet** si las cargas son ligeras.

Por su grano, facilidad de torneado y tallado, se utiliza en escultura, tornería, construcción de esquís y fabricación de husos para hilados, cerillas, mangos de herramientas, utensilios diversos y objetos de pequeño tamaño.

Se emplea, principalmente, en la **construcción de aviones**, tanto en estado natural como en forma mejorada.

La madera de abedul es perfectamente válida para la carpintería de interiores, pero no se suele emplear en construcción.

TABLERO CONTRACHAPADO Y CHAPA.

El tablero contrachapado de abedul es especialmente indicado para elementos sometidos a elevados esfuerzos mecánicos, como en el caso de la aviación, ya señalado, pero puede emplearse perfectamente en la fabricación de muebles y carpintería de revestimientos.

La madera de lupia, bien en tabla o sobre todo por desenrollo o chapa a la plana, es muy estimada por la belleza de su dibujo. La presencia de verrugas, nudosidades, espejuelos y veteado policromo, la convierten en materia muy apreciada para la fabricación de objetos de lujo.

PASTAS CELULÓSICAS.

Es una especie de gran importancia en esta industria, por su gran aplicación en los países escandinavos. La producción española es casi nula y sólo puede ser utilizada en mezcla con otras especies.

OTROS USOS.

Los **taninos** de la corteza pueden utilizarse como curtientes. Los ramillos y hojas pueden emplearse como **ramón**, pero de peor calidad que el de chopos y olmos.

La madera sumergida en agua dura poco, pero la **corteza** se conserva intacta durante largo tiempo, lo que se atribuye a la betulina, una sustancia resinosa que acompaña al tanino y que impermeabiliza la madera y da a la albura su bonito color blanco. Por ello, en algunos lugares se descortezaban los abedules para construir canales para el agua, antorchas, polainas, zuecos, cuerdas y tejidos bastos.

Por otra parte, los abedules son árboles de gran **valor ornamental**. En el NO de España se emplean en plantaciones lineales de carreteras. En zonas de niebla frecuentes son particularmente útiles, ya que sus troncos destacan muy bien.

ESPECIE: Aliso

NOMBRE CIENTÍFICO: *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.

ORDEN: Fagales.

FAMILIA: Betulaceae.

SUBFAMILIA: Betuleae.

SINONIMIAS.

Betula alnus L. = *Betula glutinosa* Vill. = *Betula glutinosa* L = *Alnus comunis* Desf. = *A. rotundifolia* Hill. = *A. vulgaris* Hill.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

Altza, Txoriegur (País Vasco).

Aliso (toda España).

Ameneiro y Amieiro (Galicia).

Humero (Asturias).

Vern y Atza (Cataluña).

Vinagreta (Logroño).

Abedul (a la madera en Cádiz y Málaga).

NOMBRES EXTRANJEROS.

Aimeiro (portugués).

Aunne commun, Aunne noir, Aune glutinex, Aune visqueux (francés).

Alno, Ontano napolitano, Ontano comune, Ontano nero (italiano).

Common alder, European alder, Black alder (inglés).

Schwarzerle, Toterle, Klegrige erle, Roterle, Gemeine erle (alemán).

Joha erna, Jelsa erna (yugoslavo).

Olsza ezarna (polaco).

Anin negru (rumano).

Foto 74: Aspecto del follaje del aliso

DISTRIBUCIÓN

EN ESPAÑA.

El aliso es un árbol que se encuentra distribuido por toda Europa, sobre todo en la zona Centro-Sur. En Siberia llega hasta los 65° de latitud Norte y por el sur hasta el Norte de Africa.

Puede asegurarse que vive espontáneo en toda la Península desde los Pirineos a los montes de Tarifa y



Algeciras, y desde Extremadura hasta Cataluña, excepto en la parte Oriental de la Península. Se presenta exclusivamente en riberas, trampales y zonas húmedas, sin formar verdaderas masas a lo largo de los cursos de agua.

DESCRIPCIÓN DEL FUSTE.

El aliso es un árbol de tronco bastante derecho y limpio, aunque en España su porte es muy irregular, que alcanza un total de 17 a 22 m de altura aunque no suele pasar de 10-12 m. Puede alcanzar diámetro de 50-70 cm, aunque en España es raro encontrar pies de más de 30 cm.

El tronco suele ser bastante cilíndrico, con un cierto acostillamiento en la base.

No suele pasar de los 100 años, beneficiándose corrientemente en monte bajo o medio, con turnos de 30 a 50 años.

DESCRIPCIÓN DE LAS TROZAS

Las trozas del aliso en España son bastante tortuosas y cilíndricas, sin apenas nudos o con nudos pequeños y sanos. Destaca la tableadura, debidas a la inclinación normal de los árboles, y el ya indicado, acostillamiento en la base de los árboles maduros. Por último, son muy frecuente las pudriciones o alteraciones de color en el interior del fuste.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

Madera de **albura** y **duramen** no diferenciados. Color amarillo pálido con **vetas** rosadas en sentido longitudinal radial. Recién cortada presenta un color blanquecino a amarillo pálido. Al cabo de los días, se torna rojizo para acabar adquiriendo un color salmón.

En los cortes pueden aparecer manchas oscuras debidas a ataques de insectos.

Los **vasos**, sólo distinguibles con lupa, son numerosos y de pequeño diámetro, aislados o en formaciones radiales, sin *tyllos*, ni sustancias protoplásmicas en su interior.

Las **fibras** componen la masa más compacta de la madera. Estos elementos son muy delgados por lo que no son visibles con lupa. Su **grano**, en consecuencia, es fino. **Textura** muy homogénea.

Los **anillos** anuales están bien marcados. La zona de verano es de color más intenso que el resto del anillo, diferenciándose **radios leñosos** anchos con espejuelos que proporcionan un bonito **veteado** rosado.

Es característica la existencia de **manchas medulares**, de distribución muy irregular, que hace que esta madera, al igual que la de abedul, sea fácil de reconocer.

El **parénquima** no es visible ni identificable con lupa.

Son característicos sus **radios leñosos**, que, por estar en grupos de hasta 8, parecen más anchos de lo que en realidad son.

Posee un **olor** ligeramente ácido.

Foto 75: Aspecto macroscópico de la madera de aliso



DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

Las traqueidas del tronco presentan las características que se indican en la tabla 75 (A. Capero y J.L. Serfaty, 1.969).

Los **vasos** están aislados, con distribución difusa en series radiales escaleriformes de múltiples elementos y fina tabicación. Presenta punteaduras sencillas con areola circular y perforaciones escaleriformes sin engrosamientos helicoidales.

Tabla 75: Características de los vasos radios y fibras del aliso

Traqueidas	Longitud (mm)	1,16
	Anchura máxima (μ)	27,5
	Espesor de la pared (μ)	3,7
	Esbeltez media	42,1
Vasos	Numero por mm	80-100
	Diámetro máximo (μ)	90-110
	Grosor medio de las paredes (μ)	4-5
Radios leñosos	Numero por mm	15-20
	Altura máxima (μ)	700 a 900
	Grosor máximo (μ)	30-35
Fibras	Longitud máxima, media y mínima (mm)	0,8-1,7
	Grosor de las paredes (μ)	3
	Diámetro máximo (μ)	20-25

Los **radios leñosos** aparecen tanto agrupados como aislados. Son homogéneos, tanto unicelulares como bicelulares. Su trayectoria es rectilínea en los agrupados y ligeramente curvada en los aislados como consecuencia de interponerse los vasos en su recorrido.

Foto 76: Aspecto de la testa x4 aumentos



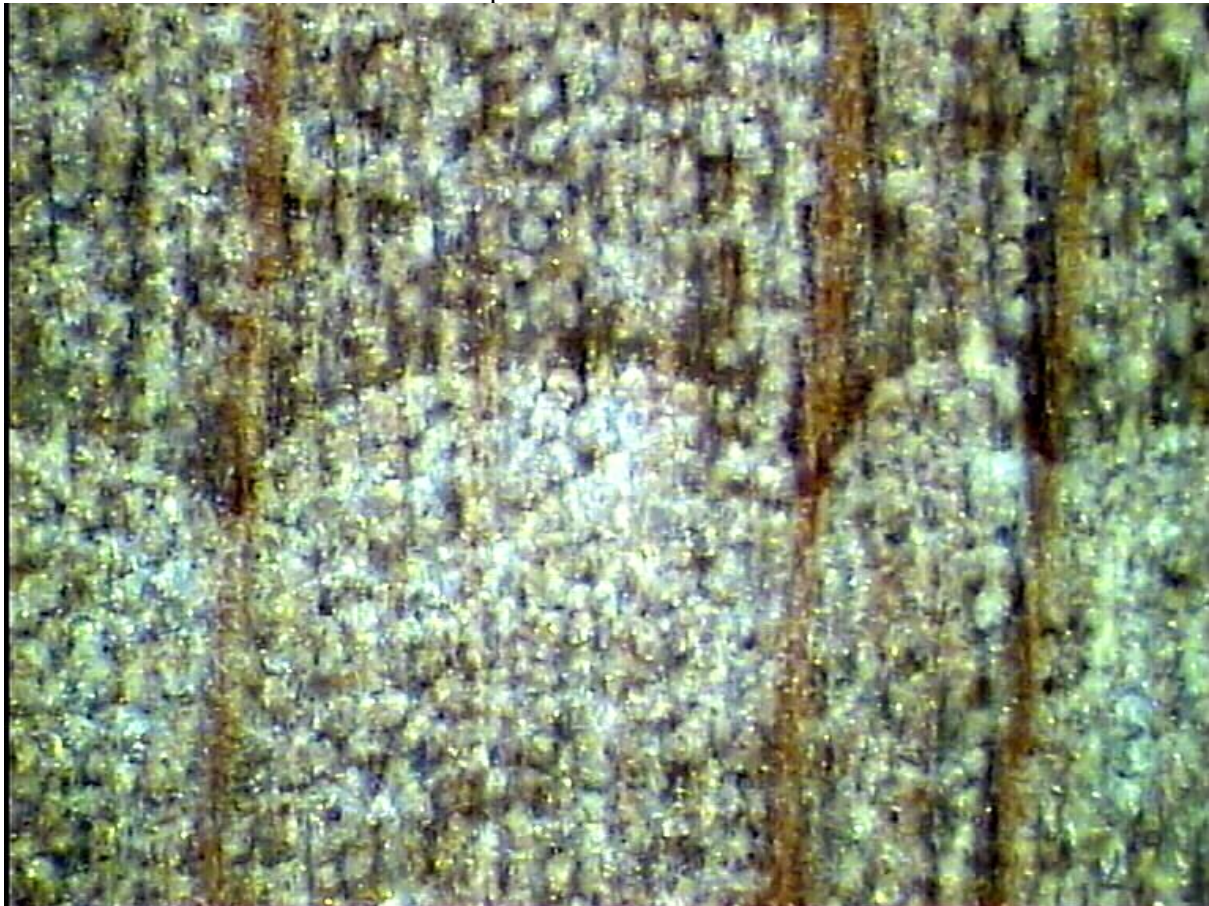
Las **fibras** son de forma poligonal y rectas en las secciones longitudinales. Suelen distribuirse radialmente. Son de tipo libriforme y poseen **traqueidas** asociadas.

El **parénquima** es paratraqueal asociado con vasos conductores, metatraqueal formando agrupaciones en bandas, difuso y esporádicamente terminal.

Los **anillos anuales** son claramente diferenciables a pesar de que la zona de verano la constituye solamente una o dos capas de células fibrosas. Estas células son completamente distintas a las demás por su forma y tamaño y, como consecuencia, el contraste entre la zona de primavera y verano, microscópicamente hablando, acentuado.

Aparecen **sustancias protoplasmáticas** de color pardo rojizo en parte de las células de los radios leñosos y parénquima.

Foto 77: Aspecto de la testa x40 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS (H. Alvarez y J.I. Fernández Golfín, 1.996, F. Nájera y V. López, 1.969, R. Wagenfhr y C. Scheiber, 1.974). Se indican en la tabla 76.

Tabla 76: Características fisicomecánicas de la madera de aliso

	Medio	Interpretación.
Densidad normal (peso específico aparente). (gr/cm ³)	0.56	Ligera
Dureza chalais meudon tangencial	2,2	Blanda
Cota de dureza	8,45	
Dureza brinell perpendicular	1,7	
Dureza brinell paralela	3,8	
Contracción volumétrica total	13,6	Media
Contracción lineal tangencial	8,9	-
Contracción lineal radial	4.3	-
Punto de saturación de la fibra	29	Normal
Coefficiente de contracción volumétrica	0.47	Algo nerviosa
Coefficiente contracción tangencial	0.31	-
Coefficiente contracción radial	0.15	-
Relación c.c.tang./c.c.radial	2,06	Alto
Higroscopicidad	0.0035	Normal
Flexión estática. (kg/cm ²)	1018	Pequeña
Cota de flexión	21,2	Fuerte
Cota de rigidez	22,4	Elástica
Cota de tenacidad	2.8	
Modulo de elasticidad	137.000	-
Trabajo unitario (kg*m/cm ²)	0.23	Poco resistente
Cota dinámica	1.01	
Compresión paralela a la fibra. (kg/cm ²)	369	Pequeña
Cota de calidad estática	7,54	Alta
Tracción perp. A la fibra (kg/cm ²)	21	Pequeña
Compresión perp. A la fibra (radial) (kg/cm ²)	69	-
Cota de calidad	1.2	-
Compresión perp. A la fibra (tangencial) (kg/cm ²)	66	-
Cota de calidad	1.2	-

DURABILIDAD

Su durabilidad al aire es muy baja ya que se pica y pudre muy pronto. Le son también desfavorables las alternancias sequía-humedad, en cambio sumergida permanentemente en agua presenta una duración similar a la del roble.

TRATABILIDAD.

Debido a que el aliso posee una madera de considerable porosidad, su capacidad de absorción de productos protectores es elevada y, por tanto, cualquier sistema de aplicación es viable.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.

Sus características químicas se indican en la tabla 77

Tabla 77: Características químicas de la maderade aliso

	Valores extremos (%)	Valor medios (%)
Extracto de benzol alcohol	1,9 - 5,6	3,8
Extracto de éter	0,7 - 1,4	0,9
Disueltos en agua	-	2,5
Lignina	22,6 - 25,8	23,9
Celulosa	39,6 - 46,5	43,4
Pentosanos	18,8 - 25,1	23,0
Cenizas	0,48 - 0,64	0,53
Taninos	0,8 - 1,3	1,0
Grasas	-	0,5

TECNOLOGÍA DE LA MADERA.

ASERRADO.

Es una madera que no presenta problemas especiales de aserrado, tanto por su blandura como por su homogeneidad y textura.

Para un ancho de cinta de 100 mm , el ángulo de ataque deberá ser de 25° y la profundidad del diente de 11 mm. Por tratarse de maderas blandas se utilizará un paso alto (60 mm. para aserrado de troncos y 20 mm, en carpintería). El perfil de diente a utilizar será de tipo *casado* y tipo *loro*.

SECADO.

La cédula de secado más indicada es la siguiente:

Tabla 78: Cédula de secado para tablas de 2.5, 3 y 4 cm de grosor

H (%)	T _S (°C)	T _H (°C)	H _R (%)	D _H (°C)	H.E.H. (%)	G
Verde	57,0	50,5	70	6,5	11,05	5,4
50%	57,0	48,0	60	9	9,3	5.4
40%	60,0	47,5	50	12,5	7,45	5.4
30%	65,5	49,0	40	16,5	5,85	5.13
20%	76,5	53,0	30	23,5	4,15	4.9

DESENROLLO.

Fácilmente ejecutable debido a la escasa dureza, homogeneidad, y textura. Estas características permiten realizar la operación sin necesidad de vaporizado.

El principal problema es el debido a los escasos diámetros de las trozas y a la falta de rectitud de estas, por ello solo suele desenrollarse una troza muy pequeña procedente de la zona basal del árbol si no es muy irregular. Por otra parte el árbol suele presentar abundante ramificación, aunque de ramas pequeñas, por lo que da lugar a una chapa con muchos nudos.

CEPILLADO, MOLDURADO Y FRESADO.

El grano fino, además de sus características de blandura, textura y fibra más o menos recta hace que estas operaciones se realicen fácilmente, aunque la tortuosidad del fuste hace que exista repelo.

TORNEADO.

Análogamente tornear la madera de aliso resulta relativamente fácil y económico.

UNIONES.

La escasa dureza de la madera hace que clavos, tornillos y clavijas metálicas penetren con facilidad. La unión por encolado es fácil debido a que apenas existen resinas y aceites que impidan su unión con colas. El prensado es también fácil.

ACABADO.

La facilidad de penetración de los tintes y barnices en esta madera, aconsejan aplicar lijados de granos de 180-200, de esa forma el gasto en productos siempre se reducirá enormemente.

Por otra parte, el tintado y barnizado, con cualquier tipo de producto comercial, no tiene problemas de incompatibilidades, por lo que se realiza sin dificultad.

LEJIACIÓN.

Al presentar bajo contenido en resinas esta madera puede ser tratada favorablemente mediante ácido (tratamiento al bisulfito). Debido a su color claro, la pasta se clasifica como de primera clase.

Esta facilidad de blanqueo, así como la longitud de fibras media y un normal contenido en celulosas, permite el tratamiento para pastas al sulfato.

DESFIBRADO.

El bajo valor de la tracción perpendicular a las fibras favorece la operación de desfibrado, que se consume con rapidez y con bajo consumo de energía. El color blancuzco de esta madera favorece los distintos usos de esta pasta mecánica.

ASTILLADO.

La baja dureza permite la penetración de la cuchillas de las astilladoras corrientes, de forma que esta operación se realiza fácilmente y de una forma muy económica desde el punto de vista energético. Debido a la blancura de esta madera, la calidad de los tableros obtenidos vendrá en función del proceso de fabricación y de la cola empleada.

APLICACIONES.

Pese al dicho popular que reza “*Al Aliso ni el diablo lo quiso*”, su madera tiene múltiples aplicaciones entre las que cabe citar:

APLICACIONES EN MADERA EN ROLLO: POSTES, APEAS Y ESTACAS.

Debido a la forma, escasa durabilidad y resistencia de esta madera no es muy recomendable para la obtención de **postes, apeas y estacas**, ni aplicando tratamiento protector.

APLICACIONES EN MADERA ASERRADA

- **Muebles:** Las características de mediana estabilidad, escasa dureza y por tanto, su facilidad de mecanizado, encolado y la calidad de su acabado, su textura homogénea, el grano medio a fino, hacen que las mejores calidades de esta madera pueda aplicarse para la fabricación de muebles. Como inconveniente cabe citar su aspecto, si bien puede mejorarse aplicando tintes y glaseados en el acabado. Por ello, la madera de aliso suele emplearse en ebanistería media y económica e interiores de muebles finos.

- **Carpintería:** No posee un color bonito pero puede emplearse para la fabricación de **puertas** con un tratamiento adecuado de barnices. Al ser muy fácil de trabajar, es una madera ideal para hacer adornos a base de molduras, cercos, etc...

Como ya se ha dicho, la facilidad que ofrece esta madera para ser trabajada, permiten obtener **molduras** de formas muy variadas y **frisos** de calidad adecuada. Su color claro permite conseguir fácilmente cualquier otro tono.

No es una madera apta para **parquet**, ya que es excesivamente blanda.

No es recomendable utilizarla en la fabricación de **ventanas** debido a su escasa durabilidad a la intemperie y sobre todo a las alternancias sequía humedad.

- **Construcción:** Las resistencias que presenta a flexión, tracción y compresión son escasas, además de su durabilidad, lo que no aconseja el uso de esta madera para la construcción con fines estructurales.

- **Envases y palet:** Presenta una resistencia a la flexión dinámica, muy por debajo de lo que sería deseable para la materia prima de este tipo de producto. Pese a ello, las peores calidades de esta madera se pueden utilizar para cargas ligeras.

TABLEROS.

Esta madera es apta para su empleo en la fabricación de tableros, cuando el proceso de elaboración y encolado favorece una resistencia adecuada. La desintegración de la madera es sencilla y económica. Además debido a las irregularidades del tronco, abundan los desperdicios en otras operaciones tecnológicas que pueden ser utilizados en la industria de la desintegración. Por su color claro el tablero posee un aspecto adecuado.

PASTAS CELULÓSICAS.

La pasta mecánica se obtiene fácilmente, ya que como se ha visto, los procesos de astillado y desfibrado se realizan sin dificultades. El color blanco de la madera favorece la transformación en papel de estas pastas. De igual manera la obtención de pasta química no presenta ningún problema.

El único problema para su uso en la producción de papel, es el derivado de su escasez y debido a que otros usos de esta madera, como la fabricación de muebles, proporcionan mayores beneficios económicos.

ESPECIE: Chopo.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Populus* sp.

FAMILIA: Salicaceae.

Bajo esta denominación se incluyen varias especies, hibridaciones y clones . La diversidad y complejidad genética es muy grande. Se destacan:

Populus alba L.; *Populus tremula* L.; *Populus canescens* Sm. (hibridación de *P. alba* con *P. tremula*). *Populus bolleana* Mast. = *Populus alba* L var. *pyramidalis* Hort. = *Populus bolleana* Lauche = *P. alba* var. *pyramidalis* Bge. = *P. alba* f. *pyramidalis* Dippel = *P. alba* cv. Roumi.; *Populus tremuloides*; *Populus nigra*; *Populus deltoides* Marsh.; *Populus nigra* cv. *Italica*.; *Populus nigra* cv Bordils.; *Populus euphratica* Oliv. = *P. illicitana* Dode. = *P. diversifolia* Schrenk.; *Populus canadensis* Moench. = *P. *euroamericana* (Dode) Guinier. (hibridación de *P. deltoides* y *P. nigra*).

Los clones más interesantes y utilizados en España son:

I-214 (del Instituto de Populicultura de Casale Monferrato, en Italia); Campeador (del INIA); Negrito (surgido espontáneamente en los cultivos de la vega granadina); I-262; I-MC; L. Avanzo; Belloto; PA-1; SE-7; Missouriensis; ECO-28; Flevo; I-45/51; I-488.

NOMBRES COMUNES Y COMERCIALES.

Chopo.

Álamo.

Para el *P. nigra*:

Álamo negro.

Poll, pollanch, Xop (Cataluña)

Clupus (Valle de Arán).

Eltzuna (País Vasco).

Chopo castellano, chopo del país.

Para el *P. tremula*:

Lertzun, busontz, burzuntz, zunzun (País Vasco).

Temblón.

Chopo temblón.

Álamo temblón.

Tiemblo (Navarra).

Trémol, tremul, tremolín (Cataluña y Huesca).

Para el *P. alba*:

Zumarra, zumarzuriya (País Vasco).

Álamo blanco.

Chopo blanco.

Alba, arbre blanch (Cataluña).

Aubá (Baleares).

Peralejo (Granada).

Para el *P. euphratica*:

Chopo de Elche.

NOMBRES EXTRANJEROS.

Para el *P. alba*:

Peuplier blanc (francés).

Abele, white poplar (inglés).

Abele, silberpappel, weispappel (alemán).

Para el *P. tremula*:

Tremble (francés).

Aspe, Zitterpappel (alemán).

European Aspen (inglés).

Para el *P. nigra*:

Peuplier commun, p, noir, p. franc, léard, bouillard (francés).

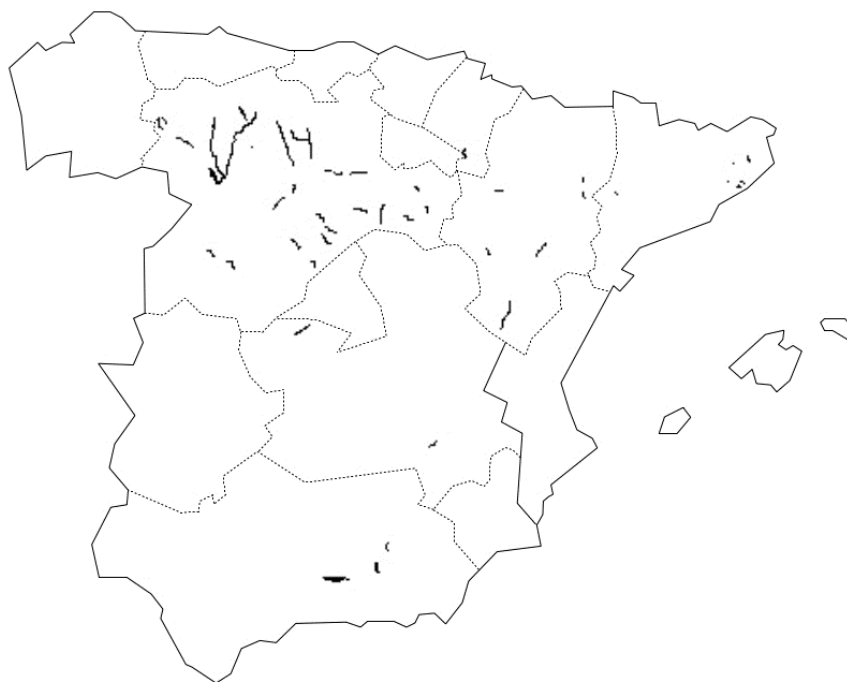
Schwarzpappel, margaretenpappel (alemán).

Black poplar (inglés).

DISTRIBUCIÓN EN ESPAÑA.

Los álamos y chopos se sitúan en las márgenes de los ríos y arroyos. El rápido desarrollo y la facilidad de multiplicación e hibridación dan lugar a que sean objeto de plantaciones masivas, por toda la Península Ibérica.

Imagen 2: Distribución del chopo en España



DESCRIPCIÓN DEL FUSTE.

Suelen presentar grandes tallas (hasta los 40 m. y 3 m. de diámetro en la base del tronco de algunos *P. alba*). Su crecimiento es muy rápido

Foto 78: Aspecto de una plantación clonal de chopo



DESCRIPCIÓN DE LAS TROZAS (Fernández-Golfín Seco, Díez Barra, Baonza Merino y Gutiérrez Oliva, 1995). En general, las trozas están bien conformadas y presentan las siguientes características medias:

Tabla 79: Defectos característicos de ñlas trozas de chopo

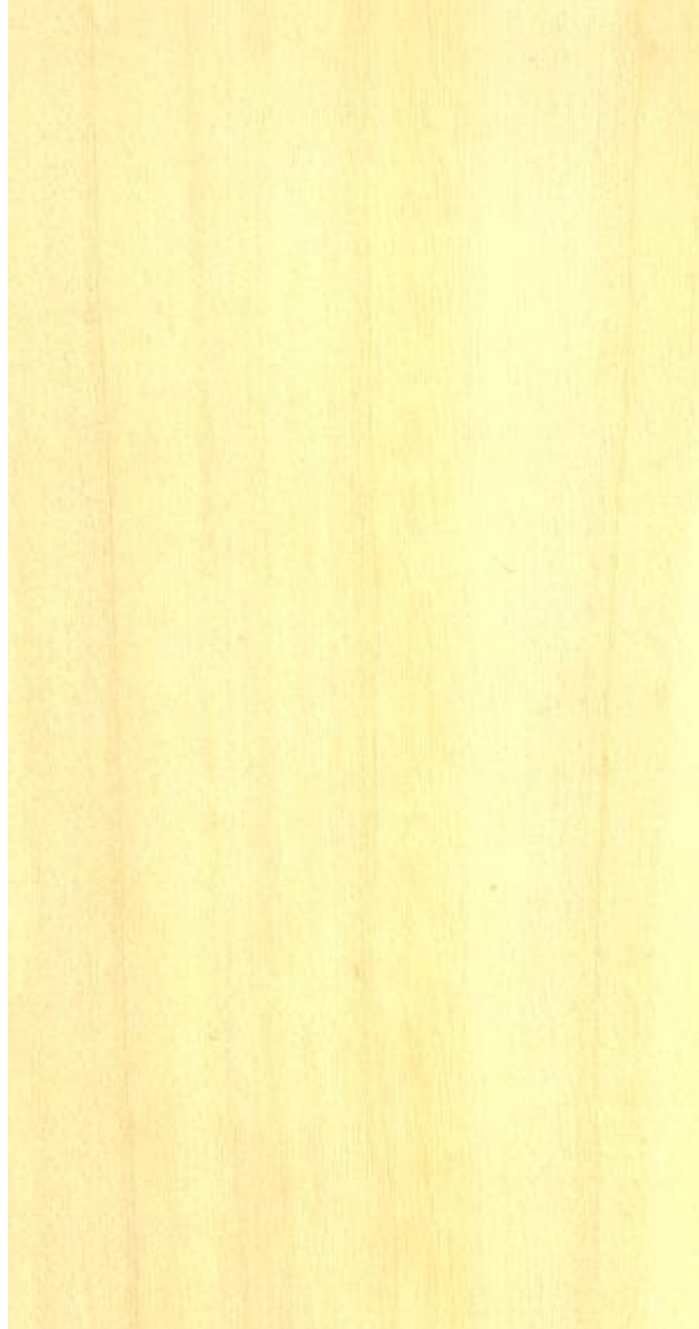
Diámetro medio c.c. (cm)	Corteza (%)	Conicidad (%)	Tableadura (%)	Excentricidad (%)	Curvatura (%)
30	9,1	3	6,4	2,5	0,8

En cuanto a defectos aparentes, no es frecuente en las primeras trozas la existencia de **nudos**, aunque en las más altas suelen aparecer bifurcaciones y nudos de tamaño pequeño. Es destacable la existencia de trozas (las de mejor apariencia) con **tensiones de crecimiento** elevadas. También puede producirse **tableadura**.

Cuando la madera está apeada, pueden producirse **grietas radiales**, debidas a las tensiones internas de crecimiento, **acebolladuras** en sus dos variantes posibles: en la corona de diámetro mayor de 9/10 del diámetro total (si la grieta abarca un ángulo superior a 90° la madera se desprecia); y en el círculo de diámetro menor que 9/10 del diámetro total (entonces el ángulo límite se incrementa a 120°).

Pueden producirse también **fendas de desecación**, e incluso cierta **torsión** u **ondulación** de las fibras.

Foto 79: Aspecto macroscópico de la madera de chopo



El diámetro de las trozas determina una clasificación importante para estimar los rendimientos industriales y los precios de la madera de chopo: Se agrupan en:

- Maderas residuales:** son maderas con diámetro en punta gruesa inferior o igual a 10 cm.
- Maderas delgadas:** $10 < \text{diámetro medio} < 25$ cm
- Maderas medias:** $25 < \text{diámetro medio} < 35$ cm.
- Maderas gruesas:** diámetro medio > 35 cm.

Un diámetro muy adecuado para la industria del desenrollo y factible desde el punto de vista selvícola para el *P. nigra* son los 50 cm., a los que se puede llegar en unos 20 años con suficientes garantías de no perder la plantación por plagas y enfermedades.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

En la madera de chopo, la separación entre la albura y el duramen no es demasiado clara. La **albura** es ancha de color blanco o blanco amarillento. El **duramen** puede diferenciarse cromáticamente por la presencia de una coloración verdosa o marrón que se extiende desde el centro del tronco con un contorno redondeado o en festones que se debilitan o rebajan después del secado de la madera.

Los **anillos de crecimiento** poseen una anchura que puede variar desde algunos mm. en las especies de montaña hasta los 20-30 mm. en los híbridos euramericanos de crecimiento más rápido. Éstos se perciben con claridad en las secciones transversales. A veces se produce la presencia de **falsos anillos de crecimiento** reconocibles por la ausencia de parénquima que siempre está presente en el límite final de los anillos regulares. Algunas veces se ven manchas medulares (sobre todo en el álamo blanco) que pueden poner en evidencia secreciones de goma en el límite exterior del duramen

La **fibra** es, en general derecha, aunque pueden encontrarse troncos con fibra torcida o irregular que en algunos casos llevan a la formación localizada de **lupias**. Esta última circunstancia puede darse más fácilmente en el *P. nigra*.

Presenta un **veteado** poco evidente en todas las secciones longitudinales. La **textura** puede ser muy variable, pero el **grano** no pasa de fino o medio.

La madera verde tiene a menudo un **olor** ácido o rancio que desaparece durante el secado.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA.

1.- VASOS.

Los vasos son elípticos, raras veces redondeados, con porosidad difusa, pero con una frecuencia con dimensiones distintas entre la zona inicial y la final. A veces son más numerosos al comienzo del periodo vegetativo. Se da una concentración comprendida entre 125 y 250 por cada 10 mm² variando su diámetro tangencial entre 25 y 120μ y su diámetro radial entre 30 y 220μ.

Se encuentran aislados o más frecuentemente en grupos de 2 a 6 poros tangentes que forman alineaciones irregulares. Las paredes comunes a dos vasos presentan punteaduras areoladas. En los campos de cruce, las punteaduras son simples. Como ejemplo, se muestran los valores más significativos del *P. nigra* en la tabla 79.

2.- RADIOS LEÑOSOS.

Los radios leñosos son rectilíneos, extremadamente finos, uniseriados y homogéneos. Sus características se indican en la tabla 79 (relativo al *P. alba*)

3.- FIBRAS.

Las características de las fibras de la madera de *P. nigra* cv. *Bordils* se indican en la tabla 79.

Tabla 79: Características de los vasos radios y fibras del chopobedul

Vasos	Numero por mm	60-80
	Diámetro máximo (μ)	-
	Grosor medio de las paredes (μ)	2
Radios leñosos	Numero por mm	8-12
	Altura máxima (μ)	400-500
	Grosor máximo(μ)	12-15
Fibras	Longitud máxima, media y mínima (mm)	1.51-0,91-0,41
	Relación longitud/anchura (esbeltez)	31.3
	Proporción de pared	23.5

4.- PARÉNQUIMA.

En sección longitudinal, el parénquima tiene una longitud media de 300 μ , ya que está constituido por un número de células superpuestas que van de 3 a 30. En sección radial forma mallas pequeñas visibles con lupa. El parénquima axial forma bandas tangenciales localizadas sobre todo en el límite de otoño.

5.- ANILLOS ANUALES.

La madera es homogénea con anillos normalmente visibles por la presencia de parénquima terminal a veces un poco más coloreado donde termina la zona de madera de otoño.

Foto 80: Aspecto de la testa x4 aumentos



Foto 81: Aspecto de la testa x40 aumentos



CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS (Gutiérrez Oliva, 1967 y 1992)

Dado el gran valor económico complejidad genética, se exponen a continuación los valores más significativos de algunas especies y clones para poder establecer ciertas comparaciones. Además se incluye un estudio más detallado de los valores del clon I-214, ampliamente utilizado y con valores intermedios dentro de las diferentes especies de chopos:

Tabla 80: Características fisicomecánicas de los principales clones de chopos utilizados en España

	P. Nigra	P. Alba	I-214	Campeador	I-262	I-mc	Pa1	Se-7	I-488 (gr)	eco-28	I. avanza	Bello to	misso ur.	flevo	I-45/51
Densidad normal (gr/cm. ³)	0.377	0.530	0.378	0.379	0.445	0.439	0.455	0.463	0.363	0.480	0.407	0.456	0.450	0.420	0.445
Dureza	0.70	1.50	0.69	0.72	0.91	1.08	1.11	1.12	0.47	1.35	0.95	1.18	0.90	0.93	0.90
Cota de dureza	5.2	5.75	4.8	5.0	4.6	5.6	5.4	5.2	3.6	5.8	5.7	5.7	4.4	5.3	4.5
Contracción volumétrica total	10.8	20.6	11.4	11.3	12.5	12.5	13.3	13.5	12.5	12.1	12.2	13.0	13.1	12.8	12.2
Contracción lineal tangencial	-	-	7.3	7.3	7.3	8.5	8.8	9.3	7.4	8.0	7.4	7.3	8.6	9.4	8.8
Contracción lineal radial	-	-	2.7	2.6	2.9	2.9	3.2	3.0	2.7	3.0	2.6	2.8	3.3	3.2	3.1
Higroscopicidad	0.0022	0.0016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flexión estática (kg/cm ²)	801	1018	612	600	688	769	736	739	567	842	672	780	669	717	684
Cota de flexión	21.5	19.9	16.2	15.8	15.1	17.5	16.2	16.0	15.6	17.5	16.5	17.1	14.9	17.1	15.4
Cota de rigidez	33.1	20.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cota de tenacidad	2.4	2.8	1.97	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.0	2.3	2.1	2.0	1.8	1.7	1.8
Flexión dinámica (kg*m/cm ²)	0.13	0.84	0.30	130(*)	150(*)	210(*)	220(*)	250(*)	120(*)	200(*)	150(*)	200(*)	220(*)	240(*)	220(*)
Cota dinámica	0.97	3.20	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compresión paralela a la fibra (kg/cm ²)	332	373	310	295	342	358	345	358	278	358	320	386	368	412	385
Cota de calidad estática	8.8	8.8	8.2	7.8	7.5	8.1	7.6	7.7	7.6	7.4	7.9	8.5	8.2	9.8	8.6
Hienda (kg/cm)	7.00	14.80	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cota estática	0.18	0.28	0.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tracción perp. A la fibra (tangenc.)(kg/cm. ²)	15	27	17.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cota de calidad	0.40	0.51	0.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compresión perp. a la fibra (*)	-	-	28	29	36	34	35	36	26	40	31	35	32	33	34
Cota de calidad	-	-	0.74	0.77	0.79	0.77	0.78	0.78	0.72	0.83	0.76	0.77	0.71	0.79	0.76

(*) En kg/cm²

Tabla 81: Características fisicomecánicas del clon I-214

	Valor mínimo	Valor medio	Valor máximo	Interpretación.
Densidad normal (gr/cm. ³)	0.385	0.457	0.530	Ligera
Dureza	1.06	1.28	1.50	Blanda
Cota de dureza	7.15	6.13	5.34	
Contracción volumétrica total	15.70	18.15	20.60	Grande
Contracción lineal tangencial		-		
Contracción lineal radial		-		
Contracción lineal axial		-		
Punto de saturación de la fibra		-		
Coefficiente de contracción volumétrica	0.49	0.50	0.52	Grande
Coefficiente contracción tangencial		0.37		-
Coefficiente contracción radial		0.14		-
Coefficiente contracción axial		-		-
Relación c.c.tang./c.c.radl		2.64		-
Higroscopicidad		-		-
Flexión estática (kg/cm. ²)	807	912.5	1018	
Cota de flexión	20.3	21.1	21.9	Resistente
Cota de rigidez	25.3	26.6	27.9	Elástica
Cota de tenacidad	2.4	2.6	2.8	Medianamente tenaz
Modulo de elasticidad	40000	57500	75000	-
Flexión dinámica (kg*m/cm. ²)	0.3	0.77	1.25	
Cota dinámica	1.37	2.28	3.20	Muy resistente
Compresión paralela a la fibra. (kg/cm. ²)	340	356	373	
Cota de calidad estática	7.7	8.3	9.0	Mediana
Hienda (kg/cm.)		17		Mediana
Cota estática		0.37		
Tracción perp. A la fibra (kg/cm. ²)	20	23.5	27	
Cota de calidad	0.37	0.51	0.65	Medianamente adherente

La resistencia característica del clon I-214 se obtuvo a partir de los ensayos que se indican en la tabla 82 y que permitió establecer la resistencia característica siguiente:

Tabla 82: Ensayos de resistencia característica del clon I-214

Nº árboles	Árboles de Procedencia		Anchura media del anillo	Densidad característica	M.O.R	M.O.E. Medio
	Edad media (años)	Diámetro medio c.c. (cm.)	(mm)	(Kg/cm. ³)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)
85	12	30	13	0.320	180	90000

- Para piezas estructurales <70mm de grueso
Se indican en la tabla 83

Tabla 83: Resistencia característica del clon I-214 para piezas <70mm de grueso

Clase de calidad	
ME-1	ME-2
C24	C18

Siendo las clases ME-1 y ME-2 las clases de calidad indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 84: Clases de calidad de madera aserrada estructural
Sea a la anchura; g el grueso y l la longitud de la tabla, tablón, viga o vigueta

CLASE DE CALIDAD CRITERIOS DE CALIDAD		ME-1	ME-2
Diámetro ϕ de los nudos sobre la cara		$\phi < a/5$ y $\phi < 30$ mm	Para $a < 150$ mm $\phi < a/2$ Para $a > 150$ mm $\phi < 80$ mm
Diámetro ϕ de los nudos sobre el canto		$\phi < 2g/3$ y $\phi < 30$ mm	$\phi < 2g/3$
Diámetro ϕ de los nudos axiales	de canto a canto	$\phi < g/3$	$\phi < g/2$
	de cara a cara	$\phi < a/5$ y $\phi < 30$ mm	$\phi < a/3$
Anchura máxima del anillo de crecimiento (sólo si se clasifica en verde)			
Pino silvestre		<4 mm	Sin limitación
Pino laricio		<5 mm	Sin limitación
Pino gallego y pinaster		<8 mm	Sin limitación
Pino insigne (radiata)		<10 mm	Sin limitación
Longitud F de fendas* (de cara, canto, testa y secado)	Que no atraviesen a la pieza	$F \leq 1m$ ó $F < l/4$	$F \leq 1,5m$ ó $F < l/2$
	Que atraviesen a la pieza	Sólo permitidas si son de testa y $F \leq a$	$F \leq 1m$ ó $F < l/4$ Si son de testa $F \leq 2a$
Acebolladuras		No permitidas	No permitidas
Bolsas de resina (longitud B)		No se admiten	$B < 80$ mm
Entrecasco		No se admite	
Madera de reacción (Superficie R que ocupa)		$R \leq S/5$	$R \leq 2S/5$
Desviación de la fibra		1:10 (10%)	1:6 (16,7%)
Gemas * longitud * anchura		No admitidas	$< l/3$ y < 100 cm. $< g/3$
Médula		No admitida	Admisible
Alteraciones biológicas * muérdago (v. album) * azulado * pudrición * galerías de insectos xilófagos		* No se admite * Se admite * No se admite * No se admiten ataques activos. En caso de ataques inactivos, se admitirán orificios aislados de hasta 2 mm de diámetro.	

(*) Referidas a un 20% de contenido de humedad

- Para piezas estructurales >70mm de grueso no se ha establecido valores característicos.

DURABILIDAD.

En general, la madera de chopo puede considerarse como no durable: A continuación se resumen sus propiedades:

Tabla 85: Durabilidad de la madera de chopo

Agente xylófago	ALBURA	DURAMEN
Hongos	No durable	No durable
Termita	No durable	No durable
Polilla	Muy durable	Muy durable
Carcoma fina	No durable	No durable
Carcoma gruesa	Muy durable	Muy durable
Resistencia a la luz	Media	

Por este motivo, cuando quiere utilizarse esta madera en condiciones adversas de conservación (intemperie, contacto con el suelo o con una fuente de humedad) es necesario prever la aplicación de un tratamiento protector que confiera a la madera una vida útil superior a los 5 años que tendría en estado natural.

TRATABILIDAD

La madera de chopo es fácilmente impregnable tal como se recoge en proyecto de Norma Europea EN 350. No obstante, las marcadas diferencias de densidad detectadas entre clones llevó a pensar en la posibilidad de que estas variaciones pudieran influir de forma significativa en su tratabilidad, pero se descartó esta posibilidad tras estudios rigurosos.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.

La composición de la madera (en porcentaje respecto a la materia seca) es, según la FAO y para el *P. americana* es la siguiente:

Tabla 86: Características químicas de la madera de chopo

Celulosa (sin pentosanos)	Pentosanos	Lignina	Nitrógeno	Proteína	Ceniza
45-51	15-16	20-27	0.1	0.63	0.5-1.0

El grado de resistencia a la corrosión se expresa mediante la pérdida de madera en gr. por m² y hora de exposición al agente corrosivo. Por ejemplo, el *P. nigra* se muestra poco resistente a la corrosión alcalina pero tiene mejor comportamiento con la ácida.

El poder calorífico del *P. nigra* oscila entre las 3500 Kcal/kg de madera húmeda y las 4281 Kcal/kg. de madera seca.

TECNOLOGÍA DE LA MADERA.

A pesar de la apreciable variabilidad en los valores físico-mecánicos de la madera de los distintos chopos, puede concluirse que se trata de una madera de gran ligereza, blandura, gran retracción y elevadas cotas mecánicas, sobre todo en cuanto a resistencia, elasticidad y choque se refiere. Estas características determinan su mecanización y tecnología.

ASERRADO.

Los chopos presentan maderas blandas o muy blandas lo que hace muy fácil el aserrado, pero debe tenerse en cuenta que son maderas algo abrasivas porque tienen un significativo contenido en sílice.

Las características generales de las sierras son similares a las del pino silvestre (ver ficha correspondiente).

Se recomienda una velocidad de corte de 45 m/s. y una velocidad de avance de la troza de 20-40 m/s.

El aserrado se efectúa con **sierra de cinta de carro divisor con retorno automático**. Para serrar maderas con destino a embalajes se emplean **sierras alternativas de hojas múltiples**.

La clasificación de maderas aserradas varía mucho entre los distintos países pero pueden darse tres categorías básicas, relacionadas con la utilización del producto aserrado:

- Categoría extra:** Ebanistería y actividades artesanales.
- 1ª categoría:** Carpintería no vista e interiores.
- 1ª y 2ª categoría:** Tablero revestido, estuches, tablas y tableros de dibujo, juguetería.
- 2ª categoría:** Construcción en interiores al abrigo de la intemperie y no sometido a esfuerzos mecánicos violentos. Encofrados.
- 3ª categoría:** Embalaje y cajerío.

Los defectos más corrientes de aserrado son los siguientes:

Fendas correspondientes a tensiones de crecimiento
 Abarquillamiento debido a la diferencia entre las contracciones tangenciales y radiales.
 Alabeos de cara o canto debido a las tensiones de crecimiento
 Fendas, debidas a secado
 Nudos
 Corazón negro o falso corazón

TRATAMIENTOS. (J.A. Rodríguez Barreal 1.987)

La cédula de tratamiento se indica en la tabla 87

Tabla 87: Cédula de tratamiento de la madera de chopo para gruesos de hasta 6 cm

Producto tipo	Fase vacío inicial		Fase presión		Fase vacío final		Retención
	Vacío (mm./Hg)	Tiempo (min)	Presión (mm./Hg)	Tiempo (min)	Vacío (mm./Hg)	Tiempo (min)	
ORGÁNICO	50-100	Hasta alcanzar el vacío	Atmosférica	2	600	20	-

DESEÑOLLO.

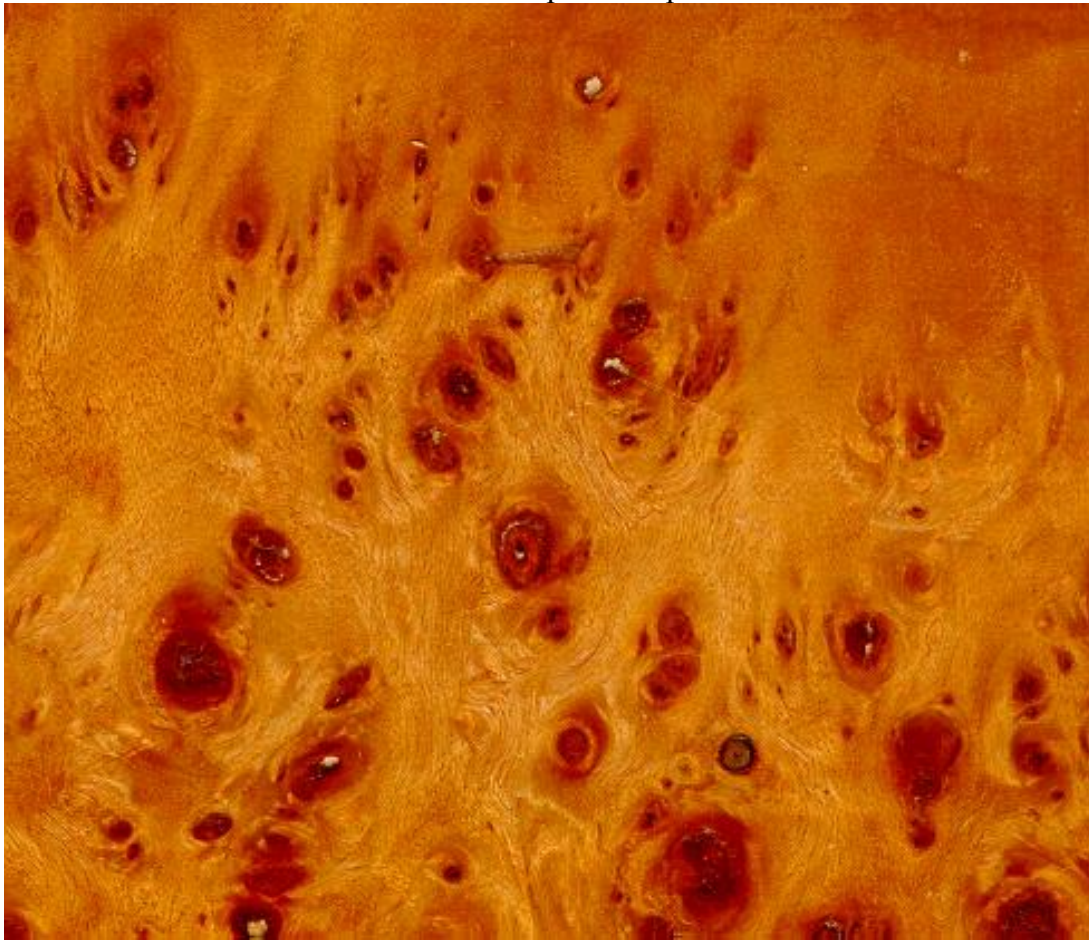
La homogeneidad y grano fino de la madera de chopo, así como su blandura, hacen que su desenrollo, en estado de saturación de agua, sea fácil, sin necesidad de someterla a ningún tratamiento previo, como el estufado.

La chapa obtenida es continua, flexible y se rompe con dificultad, como consecuencia de su resistencia mecánica (salvo los árboles que poseen excesivas tensiones de crecimiento, fáciles de reconocer después del apeo por las fendas de cuadratura que aparecen en las testas de las trozas). Estas mismas razones explican el aprovechamiento de las trozas, al poder continuar su desenrollo, hasta diámetros de 6 ó 7 cm., difíciles de alcanzar en otros tipos de madera.

Las longitudes estándar que se desenrollan en la actualidad son 0.85, 1.70 y 2.50. Las trozas más largas se utilizan para elaborar tableros contrachapados y las más cortas para embalaje.

A veces, la excesiva blandura puede llegar a suponer una desventaja.

Foto 82: Lupa de chopo



CHAPA A LA PLANA.

El chopo suele cizallarse directamente en fresco, hasta espesores de 6 mm. para la obtención de contrachapados para ebanistería o embalajes.

Se valoran excepcionalmente las lupas de esta madera

SECADO.

La madera de chopo es fácil de secar. Es necesario tener cierto cuidado durante el proceso de **secado al aire** y su apilamiento posterior. Los castilletes de madera deberán protegerse contra la lluvia, elevarse 40-50 cm. sobre el suelo y emplear rastreles y listones secos y sanos.

La madera de chopo nunca deberá almacenarse en locales de gran humedad ambiental.

Para el **secado artificial**, la cédula correspondiente es la siguiente:

Tabla 88: Cédula europea de secado. Tablas de grosor 4 cm. (*) (L.M.Fiske, 1.967).

H (%)	T _s (°C)	T _H (°C)	H _R (%)	D _H (°C)	HEH. (%)	G
Verde	48.5	46.5	85	2	18.2	3.3
60-40	48.5	46.5	85	2	18.2	3.3
40-30	51.5	46.5	75	5	12.8	3.1
30-25%	54.5	46	65	8.5	9.7	3.1
25-20%	60	48.5	55	11.5	8	3.1
20-15%	68	54	45	14	6.7	3.0
15-H _i	76.5	57	40	19.5	5	3.0

(*)Para evitar gradientes excesivos, cuando se seca madera de grosor 4-7.5 cm., la HR debe estar un 5% más alta que la señalada en cada etapa por la correspondiente cédula, y un 10% si la madera tiene un grosor de más de 7.5 cm.

CEPILLADO, MOLDURADO, TORNEADO Y CURVADO.

Es una madera que debido a su escasa dureza y sus cotas mecánicas no ofrece ningún tipo de dificultad al desarrollo de estas operaciones. Es relativamente frecuente el repelo, debido a irregularidades de desviación de la fibra.

UNIONES

No ofrecen ningún problema.

CLAVADO Y ATORNILLADO.

Admite perfectamente ambas operaciones, debido a su facilidad de penetración, pero es fácil que los clavos rajen la madera, pues posee poca resistencia a la tracción perpendicular.

ENCOLADO.

Se encola bien. No se conocen antagonismos con ninguna cola, siempre y cuando se respeten las características de encolado de cada una de ellas. Además posee un curado muy bueno como consecuencia de la acidez de la madera.

LIJADO.

El mayor inconveniente es el repelo de la fibra que, aunque puede dar origen a un veteado muy cotizado por su belleza, exige un mayor cuidado.

ACABADO.

En general se pule fácilmente aunque, en ocasiones, la madera puede presentar una anomalía caracterizada por la ondulación de la fibra, que hace que esta operación sea delicada si se quiere evitar el repelo.

Las pinturas y barnices se adhieren perfectamente y con facilidad.

ASTILLADO.

Dada su densidad ligera y su carácter de madera blanda, el astillado suele realizarse sin grandes gastos de energía. Tiene a desventaja de no poseer fibra larga.

LEJIACIÓN.

1.-LEJIACIÓN AL ÁCIDO.La característica más importante que se exige a la materia prima para la aplicación de este proceso es la de poseer muy poca resina, ya que ésta queda insoluble en la fibra final. La madera de chopo cumple con estos requisitos.

La pasta será de elevada resistencia mecánica, con escasa opacidad y color más bien oscuro.

2.- LEJIACIÓN A LA BASE. Pese a no tener fibra larga, el chopo tiene un rendimiento normal, que no ofrece dificultades tecnológicas, debido a su blandura. La blancura de su madera hace que las necesidades de reactivos para su blanqueo sean pequeñas.

DESFIBRADO.

Se obtiene una pasta mecánica delgada, de muy poca solidez. Las hojas son blandas y dúctiles, de gran poder absorbente y con un color claro, algo azulado. Reduciendo la carga de la desfibradora, se reduce la presión y se obtiene pasta con mejores propiedades.

APLICACIONES

En España no se clasifica la madera en función de su destino. Esta circunstancia impide una valoración objetiva y real de los productos obtenidos.

POSTES, APEAS Y ESTACAS.

No se emplean para esta aplicación debido a su poca resistencia a la flexión, su escasa durabilidad y su contracción volumétrica.

MADERA MACIZA.

La madera maciza encuentra algunas dificultades en su aplicación por sus fuertes variaciones dimensionales, por la tendencia a rajarse y por su predisposición al alabeo.

1.- EMBALAJE Y PALETS.

Una de las principales aplicaciones es el **embalaje**, aunque, en la actualidad, la aparición de materiales como el cartón ondulado y los plásticos han relegado, en cierta manera, el uso de la madera para la elaboración de envases de productos hortofrutícolas. Las características que hacen de esta madera la más apreciable en este campo son su ligereza, elevada resistencia mecánica, blancura, poca tendencia a azularse y la facilidad de trabajo y mecanización.

Otra de las ventajas es que la manufactura de envases constituye un importante aprovechamiento de los "desperdicios" en forma de trozos de chapa que se producen durante el periodo de cilindrado de las trozas a desenrollar.

Las características ya mencionadas permiten la utilización de la madera como materia para la construcción de **palets ó paletas**

2.- INDUSTRIA DEL MUEBLE Y EBANISTERÍA.

Esta madera se emplea en la construcción de sillas y mesas ligeras pero se obtiene poca calidad en el acabado.

Los tableros contrachapados de chopo pueden emplearse para la fabricación de estructuras interiores de muebles, que han de ir recubiertas de otras maderas más valiosas aunque, en ciertos casos, cuando la fibra se encuentra ondulada, se puede utilizar para exteriores de muebles por la belleza que este fenómeno le confiere.

3.- CARPINTERÍA.

Su mayor aplicación en este campo la tiene la carpintería interior, debido a su trabajabilidad y su aspecto agradable como consecuencia de su color claro. En contra se alega el difícil acabado originado por el repelo de la fibra y la facilidad con que los clavos rajan esta madera.

Es poco utilizada en carpintería exterior, por presentar una escasa durabilidad natural. Otra característica desfavorable es su elevada contracción volumétrica y la consiguiente tendencia a la aparición de fendas.

TABLEROS DE FIBRAS Y DE PARTÍCULAS.

Las maderas más utilizadas en la fabricación de estos tableros son las de eucalipto y pino respectivamente. En ambos casos puede utilizarse un cierto porcentaje de madera de chopo, normalmente para las capas externas. Se obtiene así un tablero más blanco y compacto en la superficie, que facilita su ennoblecimiento con papeles melamínicos y laminados plásticos. Son los residuos del aserrado y la madera delgada del chopo lo que se utiliza en dichas manufacturas.

En la actualidad, la industria española sólo emplea el chopo para fabricar tablero delgado de partículas tipo Mende, mezclado con pino al 20% e incluso al 40%.

Las ventajas de utilizar la madera de chopo en estos tableros son la facilidad de su astillado y la ausencia del descortezado, ya que la corteza se suele desfibrar en el proceso de astillado.

El principal inconveniente de esta madera en la formación de tableros de partículas se traduce en un aumento del consumo de cola, debido a la mayor superficie específica de contacto.

En los tableros de fibras el aumento en el consumo de cola es mayor. No son autoaglomerantes por el pequeño contenido en lignina de la madera de chopo.

TABLERO CONTRACHAPADO Y CHAPA.

La principal transformación del chopo es el desenrollo, que surge, originariamente, para la fabricación de tableros contrachapados.

La ventaja del contrachapado respecto de la madera maciza es su mayor homogeneidad tanto en estabilidad dimensional (al compensarse los movimientos transversales elevados de la madera con los longitudinales, que son muy bajos) como en la resistencia (pues se equilibran la elevada resistencia en dirección de la fibra y la escasa resistencia en dirección perpendicular a la misma). Por ello se obtiene un coeficiente de resistencia muy alto, dependiendo del número y naturaleza de las capas, calidad de la cola, espesor total y dimensiones de los tableros utilizados.

Así pues, podemos considerar los tableros contrachapados como madera mejorada, tanto por su calidad como por su utilización económica, ya que son susceptibles de ser utilizados en toda su superficie pues no presentan puntos débiles.

Su tablero contrachapado se utiliza principalmente en envases y embalajes, aunque también se utilizan en estructuras de cerramientos y en la fabricación de auocarabanas, porque auna la elevada resistencia con su ligereza de peso.

PASTAS CELULÓSICAS.

El mercado de la celulosa sufre grandes y continuos aumentos en el consumo de materia prima. Esta circunstancia ha originado la utilización de pastas celulósicas de fibra corta, tipo *Populus*, con resultados satisfactorios.

La celulosa del chopo no se presta a la fabricación de papeles de gran resistencia mecánica, especialmente al desgarramiento, pero es de gran utilidad en pastas de relleno, para dar al papel características de ligereza, absorción, opacidad, cuerpo... Su gran poder absorbente hace que se emplee, por ejemplo, para papel tipo Off-set.

En nuestro país se ha utilizado poco la madera de chopo para pasta. Dos son las razones fundamentales que lo justifican. Por un lado, la escasez de esta madera en nuestro mercado y, como consecuencia, los altos precios que alcanza, haciéndola poco competitiva frente a otras maderas (pino y eucalipto) utilizadas por esta industria.

OTROS USOS.

-Lamas para somieres: Aunque la mejor madera para este uso es la del abedul por su gran flexibilidad y resistencia, se ha visto desplazada, en virtud del precio, por la madera de haya, chopo, eucalipto y maderas tropicales.

-Construcción de instrumentos musicales: La madera de *P. alba* viene utilizándose desde hace bastante tiempo en la construcción de cajas de piano, fondos y costados de violines y otros instrumentos de cuerda. Su explicación la dan los altos valores de propagación del sonido que presenta a lo largo de sus fibras, superiores a los correspondientes a las mejores maderas de resonancia: abetos y píceas.

-Construcción de aparatos de prótesis: Esta es una de las aplicaciones específicas de esta madera, dada su gran resistencia mecánica en relación con su baja densidad.

-Lana de madera. Dado que esta madera es bastante blanda, se consigue lana de madera de gran aplicación en el sector del embalaje.

-Harina de madera. El chopo da una harina de madera de gran calidad, utilizada en la fabricación de plásticos, productos detergentes y sanitarios, insecticidas, pirotecnias, etc.

-Fabricación de palitos para cerillas, cajas de fósforos y palillos de mesa.:

-Se utiliza en la preparación de **probetas** para determinar el umbral de eficacia de un producto para el tratamiento preventivo de la madera contra termitas.

Por otro lado, los chopos poseen acusadas cualidades ornamentales, que les hacen ser plantados con frecuencia en parques, jardines, avenidas carreteras, etc.

OTRAS ESPECIES

ESPECIE: Acacia del japon

Nombre científico *Styphnolobium japonicum* (L.) SCHOTT, 1830

Nombres vulgares: Arbol de la miel, árbol de las pagodas; falsa acacia del Japón

Madera de albura color blanco y duramen rodaso a amarillento, grano medio, anillos de crecimiento diferenciados, radios leñosos no visibles pero sí los vasos. Es de ligera a semipesada y semidura

Es típico su empleo en traviesas y aperos agrícolas. Es madera de mediana durabilidad.

ESPECIE: Acacia negra

Nombre científico: *Acacia melanoxylon*, R. Br.

Nombres vulgares: Madera negra de Tasmania

Madera de albura color blanquecino amarillento y duramen pardo claro, grano fino a medio, textura homogénea, anillos de crecimiento diferenciados, vasos no visibles, debe ser nerviosa por la tendencia a rajarse en el secado.

Es madera típica para la fabricación de muebles, pero en España todavía no es así utilizada.

Foto 83: Aspecto de la acacia negra



ESPECIE: Acacia tres púas

Nombre científico: *Gleditsia triacanthos*, L

Nombres vulgares: Acacia de tres espinas, gleditsia de tres espinas o robinia de la miel

Madera de albura color amarillento y duramen pardo rojizo, grano medio, anillos de crecimiento diferenciados, radios leñosos no visibles, vasos visibles, debe ser nerviosa por la tendencia a rajarse en el secado. Es pesada y dura

Se emplea para construcción en general, aunque por su veteado podría utilizarse en el mueble. Es madera muy durable.

ESPECIE: Acebo

Foto 84: Aspecto de la madera de acebo

Nombre científico: *Ilex aquifolium*, L

Madera de albura color blanco a blanco-grisáceo y duramen parduzco, grano fino, textura homogénea, anillos de crecimiento, radios y vasos no visibles, radios visibles, es pesada y dura.

Su aplicación típica es en objetos musicales, también en ebanistería y marquetería.

ESPECIE: Adelfa

Nombre científico: *Nerium oleander*, L

Nombres vulgares: Laurel de flor, rosa laurel, baladre o trinitaria

Madera de color blanquecino amarillento, grano fino, textura homogénea, anillos de crecimiento, radios y vasos no visibles, ligera, blanda

No se le conocen aplicaciones específicas por su escaso tamaño de fuste.

MADERA: Agracejo

Nombre científico: *Berberis vulgaris* L.

Madera de albura color blanquecino amarillento y duramen oscuro, grano fino, textura homogénea, anillos de crecimiento marcados, radios y vasos no visibles, pesada y dura.

No se le conocen aplicaciones específicas.

ESPECIE: Alcornoque

Nombre científico: *Quercus suber* L



Foto 85: Aspecto de la madera de alcornoque

Madera de albura blanco-amarillenta y duramen pardo-amarillento, grano grueso, textura heterogénea, anillos de crecimiento diferenciados, vasos visibles en forma agrupada, radios leñosos también visibles. Madera muy nerviosa, pesada y dura.

Los árboles suelen respetarse hasta edad extramadura para la obtención del corcho. Aún así, era tradicional el uso en carretería, en aquellas partes sometidas a especial desgaste. También se utiliza en construcción naval. Puede emplearse en construcción en general.



ESPECIE: Algarrobo



Nombre científico:
Ceratonia siliqua L

Madera de albura color blanquecino amarillento y duramen pardo-rosado, grano fino, textura media, anillos de crecimiento, radios y vasos no visibles, medianamente nerviosa, semipesada, semidura a dura.

Es apreciada en ebanistería por su veteado avinatado.

Su durabilidad es baja.

Foto 86: Aspecto de la madera de algarrobo

Foto 87: Aspecto madera de ailanto

ESPECIE: Ailanto

Nombre científico: *Ailanthus altissima* (Mill) Swinle

Nombres vulgares: Árbol del cielo, árbol de los dioses o falso zumaque

Madera de albura color amarillento-rosáceo y duramen grisáceo, grano basto, anillos de crecimiento diferenciados, vasos no visibles, radios visibles

Es una madera ligera y blanda.

Su aplicación típica es en ebanistería y contrucción.

Es durable.



ESPECIE: Aligustre



Foto 88: Aspecto del aligustre

Nombre científico: *Ligustrum vulgare* L

Madera de color blanquecino, grano fino, textura homogénea, anillos de crecimiento, radios y vasos no visibles, pesada y dura.

Es utilizable para trabajos de torno en piezas de escaso tamaño

ESPECIE: Almendro

Nombre científico: *Prunus dulcis* Mill

Madera de albura amarillenta y duramen pardo-rosado, grano fino, fibra ondulada, anillos de crecimiento bien diferenciados, radios leñosos y vasos no visibles, de carácter nervioso.

Foto 89: Aspecto de la madera de almendro

Es una madera pesada y dura, con bastante tendencia a deformarse hasta conseguir su humedad final.

Su aplicación típica es en marquetería y en torno y talla de pequeños objetos.

ESPECIE: Almez

Foto 90: Aspecto de la madera de almez



Nombre científico:
Celtis australis L

Nombres vulgares:
Aligonero o latonero

Madera de albura verdosa y duramen pardo-oscuro, grano fino, fibra recta, anillos de crecimiento bien diferenciados, radios leñosos y vasos visibles, de carácter nervioso, es semipesada y semidura.

Su aplicación típica es en mangos de herramientas herramientas agrícolas y deportivas.

Es poco durable.



ESPECIE: Arbol del amor

Nombre científico: *Cercis siliquastrum* L

Nombres vulgares: Ciclamor, algarrobo loco o árbol de Judas,

Madera de albura color blanquecino amarillento y duramen amarillo-pardo, grano fino, textura media, anillos y vasos bien visibles. Radios no visibles a simple vista.

Es apreciada para tornería. Su durabilidad es baja.

ESPECIE: Arbol del paraíso

Nombre científico: *Elaeagnus angustifolia* L

Nombre vulgar: Panji

Madera de albura color blanco-amarillenta y duramen pardo oscuro, grano medio a fino, textura homogénea, anillos de crecimiento diferenciados, vasos y radios visibles, ligera, blanda.

No se conoce una especial aplicación

Foto 91: Aspecto de la madera de avellano

ESPECIE: Avellano

Nombre científico: *Corylus avellana* L

Madera de color rosa blanco-rosado, grano medio a grueso, textura homogénea, anillos de crecimiento, radios y vasos no visibles, medianamente pesada, semidura. Su contracción volumétrica debe ser alta pues se raja durante el secado.

Es una madera con resistencia media

Su aplicación clásica es en la de bastones. Se pueden utilizar en carpintería.

Su durabilidad es escasa.

ESPECIE: Boj

Nombre científico: *Buxus sempervirens* L

Madera de color amarillo limón a amarillo oscuro, grano excepcionalmente fino, textura homogénea, anillos de crecimiento diferenciados, radios y vasos no visibles, pesada, semidura. Su contracción volumétrica debe ser alta pues se raja durante el secado.



Foto 92: Aspecto de la madera de boj

Resistencia media

Su aplicación clásica es la ebanistería y talla de objetos muy pequeños. Por su especial tacto es muy valorada como tirador de muebles y por la misma razón en instrumentos musicales, fundamentalmente en la boquilla de los instrumentos de viento.

ESPECIE: Bonetero

Nombre científico: *Euonymus europaeus* L

Nombres vulgares: Bonete de cura, evónimo o husera

Madera de blanco-amarillenta, grano fino, anillos de crecimiento, radios y vasos no visibles, blanda.

Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño.

ESPECIE: Brezo

Nombre científico: *Erica arborea* L

Nombres vulgares: Brezo arbóreo o brezo blanco.

Madera de duramen color pardo-rojizo a rojo oscuro, grano fino, fibra ondulada a retorcida, anillos de crecimiento diferenciados, radios y vasos no visibles, pesada, dura.

Su aplicación clásica es la fabricación de pipas de fumar y también en tornería de pequeño tamaño.

ESPECIE: Castaño de indias

Nombre científico: *Aesculus hippocastanum* L

Nombres vulgares: Castaño loco, falso castaño

Madera de blanco-amarillenta, grano fino, textura homogénea, fibra ligeramente ondulada, anillos de crecimiento, radios y vasos no visibles, es madera ligera y blanda.



Su aplicación clásica es embalaje y algo en carpintería. Se podría utilizar algo en mueble cuando las ondulaciones de la fibra den aspecto apreciado. Su durabilidad es mala.

ESPECIE: Cinamomo

Nombre científico: *Melia azedarach* L

Nombres vulgares: Agriaz, lila, paraíso sombrilla o árbol del paraíso.

Madera de albura blanco-amarillenta y duramen pardo-rojizo, grano fino, textura homogénea, anillos de crecimiento y radios visibles, vasos no visibles, es madera ligera y blanda.

Su aplicación clásica es ebanistería y construcción.

Su durabilidad es discreta.

ESPECIE: Cornizo

Nombre científico: *Cornus sanguinea* L

Nombres vulgares: Cornejo, sanguino, sanguino

Madera de blanco-rosado, grano fino, anillos de crecimiento, radios y vasos no visibles, pesada a muy pesada, dura.

Es madera resistente mecánicamente y durable

Su aplicación clásica es en embarcaciones por su durabilidad natural. También se utiliza en tornería de pequeño tamaño, mangos de herramientas.

ESPECIE: Coscoja

Nombre científico: *Quercus coccifera* L

Madera de albura blanco-amarillenta y duramen pardo-oscuro, grano medio a basto, textura heterogénea, anillos de crecimiento diferenciados, vasos visibles en forma agrupada, radios leñosos también visibles, muy nerviosa, pesada y dura.

Es bastante parecida a la encina y como tal su aplicación clásica es como leña. Puede emplearse en construcción en general, limitado por sus escasas dimensiones.

ESPECIE: Durillo

Nombre científico: *Viburnum tinus* L.

Nombre vulgar: Lantan

Madera de albura rosada y duramen pardo-oscuro, grano fino, anillos de crecimiento y vasos no visibles, radios visibles, es pesada y dura.

Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño. También se utiliza para la fabricación de bastones.

ESPECIE: Endrino

Nombre científico: *Prunus spinosa* L.

Nombre vulgar: Ciruelo silvestre

Madera de albura amarillenta y duramen pardo-rojizo, grano fino, textura homogénea, fibra variable, anillos de crecimiento diferenciados, radios y vasos no visibles, es de carácter nervioso, semipesada y dura.

Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño. También se utiliza para la fabricación de bastones.

ESPECIE: Espino cervical

Nombre científico: *Rhamnus catharticus* L

Nombres vulgares: cervispino, cambrón, hediondo o ramno catártico,

Madera de albura color blanco y duramen rojizo-anaranjado, grano fino, textura heterogénea, anillos de crecimiento poco diferenciados, vasos y radios leñosos no visibles, muy nerviosa, es pesada y semidura.

Su aplicación clásica es en tornería de objetos de pequeño tamaño y en mangos de herramientas.

ESPECIE: Eucalipto nitens.

Nombre científico: *Eucalyptus nitens* H Deane and Maiden

Nombre internacional: Ash gum.

Es un eucalipto que se diferencia del globulus que es la ausencia de brote de cepa, por lo que no puede ser tratado en monte bajo.

La madera varía desde el rosado al amarillo pálido, pero una vez seca el color es casi blanco.

La fibra suele ser recta y apretada, al contrario que en el caso del *E. globulus*. La longitud de la fibra es pequeña, alrededor de 1,06 mm, con una anchura media de 18,16 μ y un espesor de pared de 2,48 μ

Su densidad básica media es 0,56 g/cm³ y la contracción radial del 5% y la tangencial del 9%.

Es considerada como rajable y correosa

Durabilidad duramen: de 3 - 5 años enterrada y de 8 - 10 años a la intemperie. La albura es muy susceptible al *Lyctus*.

En España su uso es principalmente energético. En Australia se clasifica como de clase D y se usa en la industria de la celulosa en mayor medida que el *E. globulus*. También es muy adecuada para ebanistería y carpintería. Se usa en la fabricación de postes y traviesas, así como en vagones y construcción de edificios.

ESPECIE: Granado

Nombre científico: *Punica granatum* L.

Madera de albura color amarillento y duramen pardo-verdoso, grano grueso, fibra muy irregular, anillos de crecimiento bien diferenciados, radios leñosos y vasos no visibles pero si el parénquima, de carácter muy nervioso, es dura.

Su aplicación típica es en marquetería y en torno y talla de pequeños objetos.

ESPECIE: Guillomo

Nombre científico: *Amelanchier ovalis* Medik.

Madera de color blanco-amarillento, grano fino, anillos de crecimiento bien diferenciados, radios leñosos y vasos no visibles pero si el parénquima, es pesada a muy pesada y dura.

Su aplicación típica es en marquetería y en torno y talla de pequeños objetos.

ESPECIE: Higuera

Foto 93: Aspecto de una madera de higuera

Nombre científico: *Ficus carica* L

Madera de color blanco-amarillento, grano grueso, anillos de crecimiento, radios leñosos y vasos no visibles, de carácter muy nervioso, es ligera y blanda.

Su aplicación es escasa por los problemas de raja y curvado. Es poco durable. Ambos aspectos se ven reflejados en la foto de la madera



ESPECIE: Laurel

Foto 94: Aspecto de la madera de laurel



Nombre científico:
Laurus nobilis L.

Madera de albura blanca y duramen pardo-claro, grano medio, textura homogénea, anillos de crecimiento visibles, radios y vasos no visibles, debe poseer elevada contracción por la tendencia a rajarse durante el secado, es semipesada y semidura.

Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño.

ESPECIE: Liquidambar

Nombre científico: *Liquidambar styraciflua* L

Madera de albura blanca y duramen gris rojizo con bandas oscuras e irregulares, grano medio, textura homogénea, anillos de crecimiento, radios y vasos no visibles, es ligera y blanda.

Su aplicación clásica es en el mueble, aunque apenas se utiliza en España. Es poco durable

ESPECIE: Lentisco

Nombre científico: *Pistacia lentiscus* L

Madera de albura blanco amarillenta y duramen pardo-rosado, grano fino, anillos de crecimiento visibles, radios y vasos no visibles, pesada y dura.

Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño.

ESPECIE: Madroño

Nombre científico: *Arbutus unedo* L.

Madera de albura blanco verdosa y duramen rojo, grano fino, textura homogénea, anillos de crecimiento diferenciados, radios y vasos no visibles, pesada y dura.

Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño.

ESPECIE: Majuelo

Nombre científico: *Crataegus monogyna* Jacq

Nombres vulgares: Espino albar o espino blanco

Madera de color rosado a amarillo claro, grano fino, textura homogénea, anillos de crecimiento diferenciados, radios y vasos no visibles, carácter nervioso, semipesada y semidura.

Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño.

ESPECIE: Manzano

Nombre científico: *Malus domestica* Borkh

Madera de albura color rosado y duramen pardo, grano fino, textura homogénea, anillos de crecimiento diferenciados, radios visibles, vasos no visibles, carácter nervioso, semipesada y semidura.

Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño. Es poco durable.

ESPECIE: Membrillo

Nombre científico: *Cydonia oblonga* Miller

Madera de albura color blanco-anaranjado y duramen pardo, grano fino, textura homogénea, anillos de crecimiento poco diferenciados, radios y vasos no visibles, carácter nervioso, semipesada y semidura.

Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño.

ESPECIE: Morera

Nombre científico: *Morus alba* L

Madera de albura amarilla y duramen amarillo-verdoso con fuerte veteado, grano fino, anillos de crecimiento, radios y vasos visibles.

Su aplicación clásica es en ebanistería.

Foto 95: Aspecto de la madera de morera



ESPECIE: Mostajo

Nombre científico: *Sorbus aria* L. Crantz

Nombres vulgares: Serbal blanco, mostellar, mostajo común o blanco.

Madera de albura blanco-rosado y duramen rosa oscuro a rojizo, grano fino, textura homogénea, anillos

de crecimiento diferenciados, radios visibles, vasos no visibles, carácter nervioso, pesada y semidura.

Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño.

Foto 96: Aspecto de la
madera de nispero

ESPECIE: Nispero

Nombre científico: *Mespilus germánica* L.

Nombre vulgar: Nispero europeo

Madera de albura color blanco-rosado y duramen pardo, grano fino, textura homogénea, anillos de crecimiento diferenciados, radios y vasos no visibles, carácter nervioso, semipesada y semidura.



Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño. Antiguamente se utilizaba para los cojinetes de los carros por su alta resistencia a la abrasión.



ESPECIE: Olivo

Nombre científico: *Olea europaea* L.

Nombres vulgares: Acebucha, olivera, o aceituno

Madera de albura amarillenta y duramen pardo-claro verdoso con fuerte veteado muy irregular, grano fino, anillos de crecimiento marcados, radios y vasos no visibles. Es pesada y dura.

Foto 97: Aspecto de la madera de olivo

Foto 98: Aspecto de un olivar



Su aplicación clásica es la fabricación de pequeños objetos y en ebanistería. También se utiliza en parquet. Es muy durable.

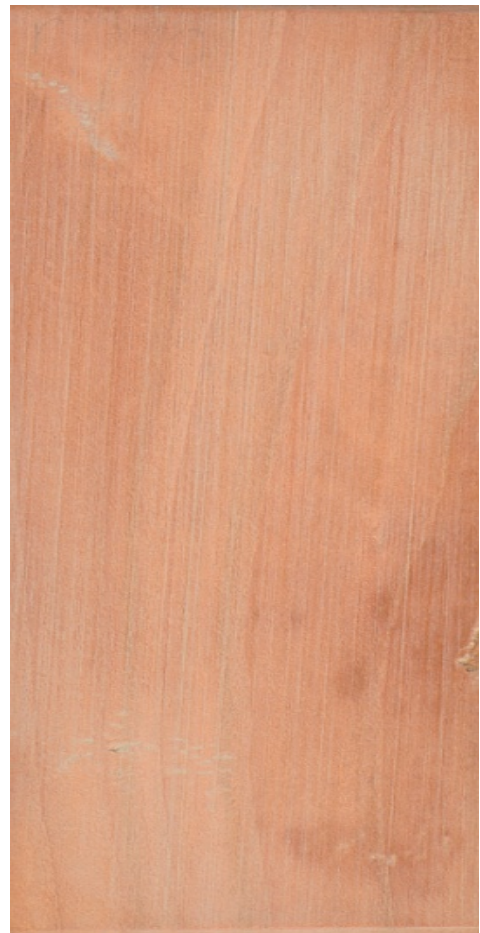
Foto 99: Aspecto de la madera de peral

ESPECIE: Peral

Nombre científico: *Pyrus communis* L

Madera de color pardo-rojizo, grano fino, textura homogénea, anillos de crecimiento diferenciados, radios visibles, vasos no visibles, es de carácter muy nervioso, semipesada y semidura.

Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño. También se utiliza para la fabricación de bastones.



ESPECIE: Quejigo

Nombre científico: *Quercus faginea* Lam

Nombres vulgares: Roble carrasqueño, roble valenciano

Madera de albura blanco-amarillenta y duramen pardo-amarillento, grano grueso, textura heterogénea, anillos de crecimiento diferenciados, vasos visibles en forma agrupada, radios leñosos también visibles.

Es madera muy nerviosa, pesada y dura.

Su aplicación clásica es similar a la encina, se utiliza principalmente como leña, aunque se ha llegado a utilizar en traviesas, carretería y contrucción naval. Puede emplearse en construcción en general.

Foto 100: Aspecto de la madera de sauce

ESPECIE: Sauce

Nombre científico: *Salix* spp

Madera de color blanco-amarillento, grano fino, anillos de crecimiento poco diferenciados, radios y vasos no visibles, es de carácter poco nervioso a nervioso, ligera y blanda.

Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño. Se puede utilizar para envases. Poco durable.



Foto 101: Aspecto del sauco

ESPECIE: Sauco

Nombre científico: *Sambucus nigra* L.

Madera de color amarillento, grano fino, anillos de crecimiento bien diferenciados, radios y vasos no visibles, ligera a semipesada, semidura.



Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño.

ESPECIE: Serbal de los cazadores

Nombre científico: *Sorbus aucuparia* L.

Nombres vulgares: Azarollo o capudre,

Madera de albura blanco-rosada y duramen rojizo, grano fino, textura homogénea, anillos de crecimiento diferenciados, radios y vasos no visibles, es pesada, y dura.

Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño.

ESPECIE: Taray

Nombre científico: *Tamarix gallica* L

Nombre vulgar: Taraje

Madera de albura amarillenta y duramen rosado a rojizo, grano fino, anillos de crecimiento, radios y vasos visibles a simple vista, es de carácter muy nervioso, semipesada y semidura.

Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño.

ESPECIE: Terebinto

Nombre científico: *Pistacia terebinthus* L.

Nombre vulgar: Cornicabra

Madera de albura blanco amarillenta y duramen pardo-rosado, grano fino, anillos de crecimiento y radios visibles a simple vista, vasos no visibles, pesada y dura.

Su aplicación clásica es en tornería de pequeño tamaño. La madera procedente de raíz es especialmente apreciada para marquetería.

Foto 102: Aspecto de la madera de tilo

ESPECIE: Tilo

Nombre científico: *Tilia* spp.

Madera de color blanco-rojizo, grano fino, textura homogénea, anillos de crecimiento marcados, radios y vasos no visibles, es excepcionalmente estable a los cambios de humedad es ligera y blanda.

Es una madera de valor muy estimado para la talla, por su facilidad de trabajo y por su estabilidad. Puede aplicarse también en mueble. Es poco durable.



REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

- AITIM, 1.965 "*Fagus sylvatica* L." Ed.: Boletín de información técnica N° 10
- AITIM, 1.966 "*Ulmus campestris* L." Ed.: Boletín de información técnica N° 15
- AITIM, 1.967 "*Pinus silvestris* L." Ed.: Boletín de información técnica N° 22
- AITIM, 1.968 "*Platanus orientalis* L." Ed.: Boletín de información técnica N° 34
- AITIM, 1.968 "*Populus nigra* L." Ed.: Boletín de información técnica N° 36
- AITIM, 1.969 "*Populus alba* L." Ed.: Boletín de información técnica N° 38
- AITIM, 1.969 "*Quercus* " Ed.: Boletín de información técnica N° 39
- AITIM, 1.969 "*Robinia pseudoacacia* L." Ed.: Boletín de información técnica N° 39
- AITIM, 1.975 "*Quercus alba* L." Ed.: Boletín de información técnica N° 72
- H. Alvarez, 1.982 "Secado de la madera aserrada" Ed. Proceeding de la 19ª sesión de la C.I.A. , Volúmen II, págs 319 a 346
- H. Alvarez y J.I. Fernandez-Golfín, 1.996 "Humedad de la madera en la construcción y riesgo de cambio dimensional en España." Ed. Boletín de AITIM, nº183, págs 65 a 71.
- R. Arguelles, F. Arriaga, 1.996 "Estructuras de madera. Diseño y cálculo" Ed. AITIM, Madrid, 663 págs.
- M. Victoria et al, 1.982 "Protección" Ed. Proceeding de la 19ª sesión de la C.I.A. , Volúmen II, págs 347 a 369
- H. F. Begemann, 1.986 "Das grose lexicon der nutzholzer" Ed. Deutscher Betriebsswirte Verlag, 3.180 págs
- Brow; Panshin and Forsaith, 1.949 "Structure, identification, defects and uses of the commercial wood of the United States" Ed. Mcgraw-Hill Book Company, New York
- L. Bustamante, 1.983 "Aptitudes de las distintas especies de eucaliptus como materia prima celulósica" Ed. INIA, MADRID
- A. Caperos y J.L. Serfaty, 1.969 "Atlas de fibras para pasta de celulosa" Ed. Asociación De Investigación de la Industria Papelera Española, IFIE. Madrid.
- CTBA, 1.972 "Le chene (*Quercus spp*)" Ed. CTBA, Paris, 16 págs
- CTBA, 1.972 "Noyer" Ed. CTBA, Paris, 13 págs
- CTBA, 1.972 "Le hêtre (*Fagus spp.*)" Ed. CTBA, Paris, 14 págs

CTBA, 1.972 "Etude du bois de peuplier I-214" Ed. CTBA, Paris. 37 págs

L.M. Fiske, 1.967 "Manual de secado de la madera" Ed. AITIM, Madrid, 253 págs.

Forest Product Laboratory, 2010 "Wood handbook: Wood as an engineering material" Ed. Forest Product Laboratory and Forest Service Agriculture, Washington, 509 págs.
http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fpl_gtr190.pdf

Forestry Branch, 1.951 "Canadian Woods their properties and uses" Ed. Forest Products Laboratories Division, Ottawa

L. Garcia y A. Guindeo, 1.989 Anatomía de frondosas españolas Ed. AITIM, Madrid, 618 págs.

L. Garcia, A. Guindeo y L.C. Laín, 1.991 Maderas del mundo: Tomo I: Coníferas y Frondosas de AB-AZU Ed. AITIM, Madrid, 217 págs.

L. Garcia, A. Guindeo y L.C. Laín, 1.992 Maderas del mundo: Tomo II: Frondosas de BA-EY Ed. AITIM, Madrid, 455 págs.

G. Giordano, 1.980: I legnani del mondo Ed Il Cerilo, Milán, 1184 págs.

A. Gutiérrez Oliva, 1.967 Características físico-mecánicas de las maderas españolas Ed. IFIE, Madrid, 103 págs.

A. Gutiérrez Oliva, 1.982 Características físico-mecánicas" Ed. Proceeding de la 19ª sesión de la C.I.A. , Volúmen II, págs 227 a 275

R. Keller, 1.991 "Le bois des grands erables: Etat des connaissances, facteurs de variabilités, aptitudes technologiques" Ed. Revue Forestier Francaise Special Les Feuillus precieux.

Lincoln W. A. 1986 World Wood in Colour Ed. BPCC Wheatons, Ltd Exeter

M. Miranda, 1.982 Desenrollo" Ed. Proceeding de la 19ª sesión de la C.I.A. , Volúmen II, págs 291 a 316

F. Nájera y V Lopez, 1.969 "Estudio de las principales maderas comerciales de frondosas peninsulares" Ed.: IFIE, 279 págs, Madrid

G. Nepveu, 1.991 "L'utilisation des bois frêne et de merisier: Aptitudes technologiques, facteur de variabilité" Ed. Revue Forestier Francaise Special Les Feuillus precieux.

C. Peraza: 1.967: Estudio de las principales maderas de canarias Ed. IFIE, Madrid, 220 págs.

J.A. Rodriguez Barreal, 1.987 "Protección preventiva de la madera en autoclave: Cédulas de tratamiento para maderas de gran empleo en España" Ed. Boletín de AITIM, nº128, Madrid, págs 16 a 20.

J. Ruiz de la Torre, 1.971 Arboles y arbustos de la España peninsular Ed. IFIE- ETSIM, Madrid, 512 págs.

Vignote Peña, Santiago y Gerard, Jean y Molinero Martínez, Isabel y Díez Barra, Rafael (1996). [Estudio de las tensiones de crecimiento del eucaliptus glóbulos en Galicia y su relación con las características de la estación y morfológicas del propio árbol.](#) "Investigación Agraria Serie Sistemas y Recursos Forestales", v. 5 (n. 1); pp. pp. 153-176. ISSN 1131-7965.

Vignote Peña, Santiago y Martínez Rojas, Isaac y Villasante Plagaro, Antonio (2011). [La silvicultura como primera operación de transformación de la madera. Forestry as the first operation of wood transformation.](#) "Revista Mexicana de Ciencias Forestales", v. 2 (n. 4); pp. 5 - 12. ISSN 2007-113

R. Wagenfuhr y C. Scheiber: 1.974: Holzatlas Ed. Fachbuchverlag, Leipzig, 690 págs.